

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Электронного обучения  
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника  
Кафедра теоретической и промышленной теплотехники

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Проектирование систем отопления и вентиляции физкультурно-оздоровительного комплекса борьбы г. Омск.</b>

УДК 697.34:711.558(571.13)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<b>3-5Б13</b>	Лемза Николай Леонидович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Феоктистов Д.В.	К.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преп.	Кузьмина Н.Г.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гусельников М.Э.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТПТ	Кузнецов Г.В.	д.ф.-м.н., профессор		

Томск – 2016

**Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**

Код резу льта та	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P3	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять комплексные инженерные проекты с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами, использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
<i>Специальные профессиональные</i>	
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника  
Кафедра теоретической и промышленной теплотехники

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой ТПТ  
Кузнецов Г.В.  
(Подпись) (Дата)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студент:

Группы	ФИО
<b>3-5Б13</b>	Лемза Николай Леонидович

Тема работы:

<b>Экспериментальное исследование влияния структуры поверхности металлов на статический контактный угол</b>	
Утверждена приказом ректора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Материалы преддипломной практики
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Расчет тепловых потерь здания. Расчет системы отопления. Гидравлический расчет системы отопления. Выбор систем вентиляции. Выбор параметров наружного воздуха. Определение параметров внутреннего воздуха. Определение количества вредных, поступающих в помещение. Расчет воздухообменов. Расчет воздухообмена в помещениях бассейнов. Аэродинамический расчет. Подбор оборудования для систем вентиляции. Производственная безопасность. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

<b>Перечень графического материала</b>	Чертежи А1
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кузьмина Н.Г.
Социальная ответственность	Гусельников М.Э.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	26.02.2016
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Феоктистов Д.В.	к.т.н		26.02.2016

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
<b>3-5Б13</b>	Лемза Николай Леонидович		26.02.2016

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	7
1 Исходные данные для расчета	14
2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	15
3 Тепловой баланс помещения	17
4 Выбор, размещение и расчет отопительных приборов	34
5 Тепловой расчет отопительных приборов	37
6 Гидравлический расчет системы отопления	40
7 Тепловой пункт системы водяного отопления	47
8 Расчет и выбор циркуляционного насоса	48
9 Местные отсосы от технологического оборудования	51
10 Расчет общеобменной вентиляции	56
11 Аэродинамический расчет систем вентиляции	60
12 Расчет воздухораспределителей	63
13 Выбор вспомогательного оборудования и вентиляторов	66
14 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	79
15 Социальная ответственность	92
Заключение	107
Список использованной литературы	111

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 111 страниц.

ТЕПЛОПТЕРИ, ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР, ТЕПЛОПЕРЕДАЧА, ТЕПЛОВОЙ ПОТОК, ТЕПЛОТДАЧА.

Целью данной дипломной работы является проект системы отопления и вентиляции физкультурно-оздоровительного комплекса борьбы г. Омск.. Проведен конструкторский расчёт по составленной схеме размещения отопительных приборов и схемам приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением и естественной.

В данной работе использованы расчетно-аналитические методы.

Применимость: данная работа может быть использована при установке в помещении комфортных условий для пребывания человека.

Дипломная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word .

Графическая часть выполнена с помощью графического редактора AutoCAD.

## ВВЕДЕНИЕ

Целью настоящей работы является проектирование систем отопления и вентиляции, а также расчет местных отсосов от технологического оборудования.

Система отопления выполняет две функции: санитарно-гигиеническую и технологическую. Эта система предназначена для создания, поддержания или изменения по заданной программе параметров воздуха внутри помещения.

Передача тепла системы отопления в конечные нагреваемые среды осуществляется приборами местных систем теплоснабжения, по теплоотдаче которых судят о качестве всего централизованного теплоснабжения. Регулирование отпуска тепла называется мероприятием по регулированию теплоотдачи приборов, в соответствии с требованиями потребителей. От правильной организации и надлежащего осуществления регулирования во многом зависят качество и экономичность теплоснабжения.

Современная вентиляция является важной и сложной отраслью техники. Она служит для решения задач, связанных с созданием таких метеорологических и санитарно-гигиенических условий воздушной среды в производственных и иных помещениях, которые обеспечивали бы нормальное самочувствие людей, безвредность труда, способствовали повышению производительности труда и качества выпускаемой продукции.

Из всех задач, решаемых вентиляцией, наиболее важной является задача обеспечения нормальных санитарно-гигиенических условий воздушной среды в производственных помещениях, технологические процессы в которых связаны с различными выделениями (пыль, газ и т.д.), вредно действующими на организм человека.

Другой важной задачей вентиляции является создание в помещениях с большим скоплением людей постоянных метеорологических условий воздушной среды, независимо от времени года и погоды. Такие метеорологические условия должны обеспечивать наилучшее самочувствие или, иными словами, комфортные условия для человека. Весьма важную роль

вентиляция играет также в технологии многих производств, где от метеорологических условий зависит качество выпускаемой продукции.

Местные отсосы устраивают для улавливания производственных вредных выделений у мест их образования. Предотвращая распространения вредных выделений по помещению, местные отсосы удаляют их при наименьшем расходе вентиляционного воздуха. Отсос должен быть максимально приближен к источнику вредных выделений и, по возможности, отделять его от помещения. Удаляемый воздух не должен проходить через зону дыхания рабочего.

### Конструирование систем водяного отопления

Водяное отопление с искусственным побуждением циркуляции воды при помощи насоса - насосное водяное отопление - получило самое широкое распространение. Водяное отопление с естественной циркуляцией - гравитационное - применяют в настоящее время сравнительно редко.

Практика подтвердила гигиенические и технические преимущества водяного отопления. При традиционном водяном теплоснабжении в сравнении с паровым отмечают относительно низкую температуру поверхности приборов, а также равномерный прогрев помещений, бесшумность действия, малые эксплуатационные расходы.

Ниже рассматривается, как основная, система насосного водяного отопления.

### Схемы системы насосного водяного отопления

Расположение магистралей может быть верхнее и нижнее, по движению воды различают системы с тупиковым и попутным движением, по присоединению отопительных приборов последовательные и параллельные. По последнему признаку систему называют однотрубной, двухтрубной или



бифилярной.

При конструировании отопления оздоровительных комплексов разрабатывают схемы, сочетая различные магистрали, стояки и отопительные приборы.

В системе системы отопления размещают взаимное расположение теплообменников, насосов, труб, отопительных приборов.

Схемы отопления в течение многих лет существенно видоизменялись, причем общей тенденцией было вытеснение распространенных двухтрубных систем одноктрубными. При использовании последних появилась возможность уменьшить длину и массу теплообменного оборудования, улучшить отдельные узлы и детали, осуществить предварительную сборку и комплектацию узлов и в результате – сократить эксплуатационные и капитальные затраты.

Потери давления в одноктрубных стояках и ветвях получаются значительно превышающими потери в двухтрубных стояках. При этом устанавливается устойчивый гидравлический режим одноктрубных систем: заданное распределение теплоносителя по отопительным приборам сохраняется в течение всего отопительного сезона. Поэтому у приборов можно устанавливать регулирующие краны типа КРП или КРТ, предназначенные только для эксплуатационного (вторичного) регулирования. При запуске смонтированных одноктрубных систем в эксплуатацию не проводят пусконаладочного (первичного) регулирования теплоотдачи отопительных приборов, как это делают при двухтрубных системах [10].

### Присоединение к трубопроводу

Хороший прогрев приборов в большей степени зависит от правильности присоединения их к трубопроводам системы отопления.

В жилых помещениях с высотой 2,5 м количество стояков с односторонним присоединением приборов не ограничивается. К стоякам, питающим приборы лестничных клеток, не следует присоединять приборы других помещений. В угловых комнатах размещение стояков должно обеспечить прогрев наружных стен.

Основные правила присоединения нагревательных приборов к трубопроводу водяной системы отопления сводятся к следующему:


1) радиаторы с количеством секций до 25 присоединяются по односторонней схеме, а при большем количестве секций, как правило, схема подключения разносторонняя.

2) подводки к приборам прокладываются с уклоном не менее 10 мм на всю длину подводки; горячая – от стояка к прибору, обратная – от прибора к стояку.

3) присоединение приборов на сцепке допускается в пределах одного помещения за исключением кладовых, санузлов и других вспомогательных помещений, где их можно присоединять на сцепке к прибору соседней комнаты. На сцепке присоединяются лишь однородные приборы, установленные на одном уровне и на взаимном расстоянии не более 1,5 м. Сцепки более двух приборов разрешаются при насосной циркуляции и разностороннем присоединении.

4) диаметры соединительных труб сцепки должны быть на один размер больше диаметра подводов к прибору, но не менее 25 мм в системах с насосной циркуляцией и 32 мм с естественной.

5) конвекторы присоединяют к трубопроводу по проточно – регулируемой схеме с установкой трёхходовых кранов. Конвекторы лестничных клеток присоединяют непосредственно от узла ввода теплосети на перегретой воде. Керамические блочные приборы присоединяют к однетрубным стоякам или горизонтальным веткам системы с перегретой водой.

Вентиляция запроектирована приточно-вытяжная с искусственным побуждением и естественная. Приток и вытяжка осуществляются через металлические воздуховоды, выполненные из оцинкованной стали по ГОСТ 14918-80. Воздуховоды в венткамерах изолируются матами минераловатными толщиной 40 мм и покрываются стеклопластиком рулонным. На поверхности транзитных и сборных воздуховодов для увеличения их огнестойкости до 0,5 часа наносится вспучивающее огнезащитное покрытие “Файрекс 300”  мм.

Монтаж систем вентиляции выполнено по серии 5.904-1 “Детали крепления воздуховодов”.

## 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА.

Объект строительства - Спортивно-оздоровительный комплекс с залом для борьбы 24x12 м.

Район строительства – г. Омск.

Параметры наружного воздуха:  $t = - 37\text{ }^{\circ}\text{C}$  (СП131.13330.2012);

Параметры внутреннего воздуха в административных и вспомогательных помещениях  $t = 15\div 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , спортивных залах и раздевальнях  $t = 19\div 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , влажность нормальная.

Ориентация фасада 1-8: Ю;

фасада 8-1: С;

фасада А-Г: В;

фасада Г-А: З;

Источник теплоснабжения: местные теплосети.

Параметры теплоносителя:  $95\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Внешний вид здания представляет собой объем эллипсоидной формы в плане с размерами 40,95x15м в осях и дугообразной крышей придающей динамичность объему. Высота здания 7,14м до верха кровли и 9,37м до декоративных колон «Крыльев». Сочетание данных форм и современных строительных материалов позволяет добиться схожести объема здания с формами космического корабля.

Здания состоит из двух объемов: первый - это объем зала для борьбы, второй объем - это двухэтажный объем вспомогательных помещений. Объемы вспомогательных помещений примыкает к объему зала с торца по оси 5.

Также из общего объема здания выделяется элемент входного узла с большим количеством остекления конструкции по оси 8.

Весь объем здания делится на две части:

- первая часть это объем зала для борьбы, зал с габаритными размерами 24,00x15,34м и высотой до низа выступающих конструкции 4м,

- вторая часть, это двухэтажный объем с высотой первого этажа 3,3м и высотой второго этажа от 2,6 до 3,5м (высота переменная), в котором располагаются вспомогательные помещения игрового зала и помещения для обслуживания спортсменов (такие как раздевалные, администрация и т.д.). На втором этаже располагается зал для настольного тенниса (на один стол) и зал бильярдной также на один стол.

В объекте используется коридорная схема группировки помещений, что позволяет связать между собой все части единого функционального процесса и учесть принцип поточности занимающихся.

Здание двухэтажное, из металлического каркаса, наружная отделка выполнена по системе вентилируемые фасады.

Крыша: покрытие - профнастил.

Витражи выполнены алюминиевыми по ГОСТ 22233-2001\*. Стеклопакеты с энергосберегающей светорассеивающей пленкой «Llumar-Silver», блокирующей более 99% УФ - излучении, также убирает до 87% бликов, защищает помещение от перегревов.

#### 12. Внутренние перегородки 4-х типов:

- из монолитного ж/б-120мм.

- из ГКЛ толщиной 120мм. Серия 1.031.9-2.00. ( тип перегородки-одинарный металлический каркас с заполнением ЛАЙНРОК ЛАЙТ,  $g=41\text{кг/м}^3$ . Горючесть-НГ (ТУ 5762-002-59536983-06). Выполнение в соответствии с СП 55-101-2000. Крепления ГКЛ перегородок выполнено согласно СП 14.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП II -7-81\*).

- из плит КНАУФ-Файерборд (120 мм). (тип перегородки - одинарный металлический каркас с заполнением ЛАЙНРОК ЛАЙТ,  $g=41\text{кг/м}^3$ . Горючесть-НГ (ТУ 5762-002-59536983-06). Комплектная система КНАУФ С 131.1 с пределом огнестойкости EI-60

- перегородка с однослойными обшивками из плиты АКВАПАНЕЛЬ®Внутренняя (120мм) на одинарном металлическом каркасе С 381с заполнением ЛАЙНРОК ЛАЙТ,  $g=41\text{кг/м}^3$ . Горючесть-НГ (ТУ 5762-

002-59536983-06). Комплектная система КНАУФ. Выполнить в соответствии с СП 55-101-2000 "Ограждающие конструкции с применением гипсокартонных листов.")

Наружные стены - сэндвич панели поэлементной сборки вентилируемой системы

В качестве утеплителя наружных стен применены минераловатные плиты "Лайнрок Стандарт"  $d=150\text{мм}$ ,  $g=70\text{кг/м}^3$ . Горючесть-НГ, по ТУ 5762-002 59536983-06

Ограждающая стена лестничной клетки выполнено из монолитного ж/б - 350мм, с улицы выполнено утепление минплитой "Лайнрок Стандарт",  $d=150\text{мм}$   $g=70\text{кг/м}^3$ . Горючесть-НГ, по ТУ 5762-001-5956983-06 с вентилируемым фасадом.

В качестве утеплителя кровли применены минераловатные плиты "ЛАЙНРОК СТАНДАРТ" ,  $d=100\text{мм}+80\text{мм}=180\text{мм}$   $g=70\text{кг/м}^3$ . Горючесть-НГ. (плиты укладывать в разбежку швов)

Стена между игровым залом и помещениями 1 и 2 этажа - из монолитного ж/б - 200мм.

## 2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Целью теплотехнического расчета является определение сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций и тепловых потерь.

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных), отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям,  $R_{\text{тп}}^{\text{тп}}, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , определяется по формуле [3]:

$$R_o^{\text{тп}} = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})n}{\Delta t^{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{в}}}, \quad (1)$$

где  $t_{\text{в}}$  – расчетная температура внутреннего воздуха,  $^\circ\text{C}$ ,

$t_{\text{н}}$  – расчетная зимняя температура наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ , равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [3];

$n$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху [3];

$\Delta t^{\text{н}}$  – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по табл. 2\*[3];

$\alpha_{\text{в}}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ; в соответствии с табл. 4\*[3].

Требуемое сопротивление теплопередаче  $R_{\text{тп}}^{\text{тп}}$  дверей и ворот принято равным  $0,6 R_{\text{тп}}^{\text{тп}}$  стен зданий и сооружений, определенного по формуле (1) при расчетной температуре наружного воздуха, равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92.

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждений, исходя из условий энергосбережения  $R_{\text{тп}_0}$ ,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ , определяется в зависимости от градусо-суток отопительного периода (ГСОП).

ГСОП определяется как [3]:

$$ГСОП = (t_{\text{в}} - t_{\text{о.п.}}) \cdot Z_{\text{о.п.}}, \quad (2)$$

где  $t_{\text{в}}$  – то же, что в формуле (1);

$t_{\text{о.п.}}$  – средняя температура отопительного периода,  $^\circ\text{C}$  по [6];

$Z_{\text{о.п.}}$  – продолжительность отопительного периода, сут. по [6].

Определив два значения  $R_{\text{тп}_0}$  – в качестве расчетного значения выбирается большее.

Термическое сопротивление  $R$ ,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ , многослойной конструкции определяется как [3]:

$$R_o = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (3)$$

где  $\delta$  – толщина слоя, м;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности,  $\text{м} \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ , принимается по [3].

Сопротивление теплопередаче многослойной наружной стены  $R_o$ ,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ , вычисляется по сумме термических сопротивлений слоев и теплоотдаче внутренней, а также наружной поверхностей [3]:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{3(ym)}}{\lambda_{3(ym)}} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (4)$$

где  $\alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности стены,  $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ , принимается по [3]

Толщина утеплителя вычисляется по:

$$\delta_{3(ym)} = \lambda_{3(ym)} \cdot \left[ R_o - \left( \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\alpha_1}{\lambda_1} + \frac{\alpha_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\alpha_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right], \quad (5)$$

Полученный результат округляется в большую сторону до 1 см.



После округления толщины слоя определяется фактическое сопротивление теплопередаче ограждения:

$$R_o^\phi = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3(ym)}{\lambda_3(ym)} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (6)$$

где  $\delta_{3(ym)}$  – толщина слоя утеплителя, м, после округления.

В итоге вычисляется условный коэффициент теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup>°С)

$$K = \frac{1}{R_o^\phi}. \quad (7)$$

### 3 ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ПОМЕЩЕНИЯ

Система отопления предназначена для создания в спортивном комплексе комфортной для спортсменов обстановки.

Выделяемая теплота человеческим организмом передается окружающей среде в таком количестве, чтобы спортсмен находящийся в процессе тренировки не испытывал при дискомфорта. Наряду с затратами на испарение с поверхности кожи и легких, теплота передается за счет излучения, конвекции. Интенсивность конвекции обусловлена температурой и подвижностью воздуха, излучение - температурой стен, обращенных внутрь помещения.

Температурная обстановка в здании зависит от мощности разрабатываемой системы теплоснабжения, от размещения отопительных устройств, свойств внутренних, наружных ограждений. В зимнее время спортивный комплекс будет в основном терять теплоту через ограждения. Теплота также будет расходуется на нагревание наружного воздуха проникающего за счет инфильтрации.

В стационарном режиме потери должны будут равны теплоступлениям.

Теплота будет поступать от спортсменов, источников искусственного освещения.

Учет всех перечисленных составляющих потерь и поступления теплоты необходим при сведении теплового баланса спортивного комплекса.

Для вычисления мощности системы отопления  $Q_{OT}$  составлен баланс:

$$Q_{OT} = \Delta Q = Q_{OGR} + Q_{И(ВЕНТ)} \pm Q_{Т(БЫТ)}, \quad (8)$$

где  $Q_{OGR}$  - потери теплоты через наружные ограждения;  $Q_{И(ВЕНТ)}$  - расход теплоты на инфильтрацию;  $Q_{Т(БЫТ)}$  - бытовые выделения.

Баланс составлен для условий, когда возникает наибольший при заданном коэффициенте обеспеченности дефицит теплоты. Нестацио-

нажность тепловых процессов, если потребуется будет рассчитана специальными расчетами.

Потери теплоты через ограждения стены комплекса.

Потери теплоты определены по формуле:

$$Q_i = (A_i / R_{o,i}) \cdot (t_p - t_{ext}) \cdot n \cdot (1 + \sum \beta_i), \quad (9)$$

где  $A_i$  - площадь ограждения,  $m^2$ ;  $R_{o,i}$  - приведенное сопротивление теплопередаче ограждения,  $m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ;  $t_p$  - расчетная температура помещения,  $^\circ\text{C}$ ;  $t_{ext}$  - расчетная температура снаружи ограждения,  $^\circ\text{C}$ ;  $n$  - коэффициент, учитывающий фактическое понижение расчетной разности температуры  $(t_p - t_{ext})$  - для ограждений, которые отделяют отапливаемое помещение от неотапливаемого (подвал, чердак и др.);  $(\beta_i)$  - коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери через ограждения.

Расчетная температура принималась с учетом возможного повышения ее по высоте в помещениях высотой более 4 м..

В соответствии с действующими нормами теплотери помещений, по которым определяется расчетная тепловая мощность системы отопления, принимаются равными сумме теплотерь через отдельные наружные ограждения без учета их тепловой инерции при  $t_H = t_{H5}$

Учтены потери или поступления теплоты через внутренние ограждения, если температура в соседних помещениях ниже или выше температуры в расчетном помещении на  $3 \text{ } ^\circ\text{C}$  и более.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждения или его коэффициент теплопередачи  $k_0 = 1/R_{oi}$ ; принимались по теплотехническому расчету в соответствии с требованиями действующего СНиП "Строительная теплотехника".

Расчет тепловых потерь через пол осуществлялось по зонам. Для этого поверхность пола поделена была на полосы шириной 2 м, параллельные наружным стенам. Полосу, ближайшую к наружной стене, обозначали первой

зоной, следующие две полосы - второй и третьей, а остальную поверхность пола - четвертой зоной.

Сопротивление теплопередаче каждой зоны  $R_{yn}$ ,  $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ , принимались равными:

$$R_{y.n} = R_{н.п} + \sum (\delta_{y.c} / \lambda_{y.c}), \quad (10)$$

где  $\delta_{y.c}$  - толщина утепляющего слоя, м;  $\lambda_{y.c}$  - теплопроводность материала утепляющего слоя,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$ .

Площадь отдельных ограждений при подсчете потерь теплоты через них определялись с соблюдением определенных правил обмера. Учитывалась теплопередача через элементы ограждения и предусматривают условные увеличения и уменьшения площадей, когда фактические теплотери могут быть соответственно больше или меньше подсчитанных по принятым простейшим формулам. как правило, площади определяются по внешнему обмеру.

Площади окон, дверей и фонарей измерялись по наименьшему строительному проему. Площади пола, потолка принимались между осями внутренних стен и внутренней поверхностью стены.

Определение размеров наружных стен проводилось по высоте:

- на первом этаже от поверхности подготовки под конструкции пола;
- на средних этажах от поверхности пола до поверхности пола следующего этажа;
- на верхнем этаже от поверхности пола до верха бесчердачного покрытия.

Основные теплотери через ограждения, подсчитанные по формуле (9) при  $\beta_i=0$ , часто оказываются меньше действительных теплотерь, так как при этом не учитывается влияние на процесс теплопередачи некоторых факторов. Потери теплоты могут заметно изменяться под влиянием инфильтрации и эксфильтрации воздуха через толщу ограждений и щели в них, а также под действием облучения солнцем и "отрицательного" излучения

внешней поверхности ограждений в сторону небосвода.

Эти дополнительные потери теплоты учитывались добавками к основным теплопотерям. Величина добавок и условное их деление по определяющим факторам следующее.

Добавка на ориентацию по странам света делается на все наружные вертикальные и наклонные конструкции. Величина добавок принималась в соответствии с рис.3.1..

Для горизонтально расположенных ограждений добавка в размере 0,05 вводилась только для необогреваемых полов первого этажа.

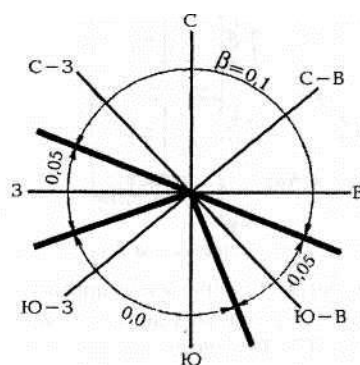


Рис.3.1. Схема распределения добавок к основным теплопотерям на ориентацию наружных ограждений по странам света (сторонам горизонта)

Добавка на врывание холодного воздуха через наружные двери (не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами) при их кратковременном открывании при высоте здания  $H$ , м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья вентиляционной шахты принимается: для тройных дверей с двумя тамбурами между ними в размере  $\beta_i=0,2H$ , для двойных дверей с тамбурами между ними -  $0,27H$ , для двойных дверей без тамбура -  $0,34H$ , для одинарных дверей -  $0,22H$ . Для наружных ворот при отсутствии тамбура и воздушно-тепловых завес добавка равна 3, при наличии тамбура у ворот -1. Указанные выше добавки не относятся к летним и запасным наружным дверям и воротам.

Ранее нормами предусматривалась добавка на высоту для помещений высотой более 4 м, равная 0,02 на каждый метр высоты стен сверх 4 м, но не

более 0,15. Эта надбавка учитывала увеличение теплопотерь в верхней части помещения, так как температура воздуха возрастает с высотой. В лестничных клетках изменение температуры по высоте не учитывалось.

Потери теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха

Добавки к основным теплопотерям на врывание воздуха через наружные двери комплекса приближенно учитывают затраты теплоты на инфильтрацию.

Расход теплоты на нагревание холодного воздуха, поступающего через притворы окон, дверей, составляли 30.. 40 % и более от основных теплопотерь.

Количество наружного воздуха, поступающего в помещение в результате инфильтрации, зависит от конструкции разрабатываемого здания, направления и скорости ветра, температуры воздуха, герметичности конструкций и особенно длины и вида притворов открывающихся окон.

При определении теплотозатрат на нагревание наружного воздуха при инфильтрации расчет воздушного режима здания был упрощен.

Задача инженерного расчета сводится, прежде всего, к определению суммарного расхода инфильтрующегося воздуха  $\sum G_i$ , кг/ч, через отдельные ограждающие конструкции помещения, который зависит от вида и характера неплотностей в наружных ограждениях и определяется по формуле [3]:

$$\sum G_i = 0,21 \sum (\Delta p_1^{2/3} A_1) / R_{и,1} + \sum (\Delta p_2^{2/3} A_2) / R_{и,2} + (\Delta p_3 l_3) / R_{и,3}, \quad (11)$$

где обозначения с индексом 1 относятся к окнам, балконным дверям и фонарям; с индексом 2 - к дверям, воротам и открытым проемам; с индексом 3 - к стыкам стеновых панелей (эта составляющая учитывается только для жилых зданий);  $A$  - площадь ограждения,  $m^2$ ;  $l_3$  - длина стыков панелей, м;  $R_{и}$  - сопротивление воздухопроницанию соответствующего ограждения,  $m^2 \cdot ч \cdot Па^n / кг$  для  $R_{и,1}$ , и  $R_{и,2}$ , или  $м \cdot ч \cdot Па / кг$  для  $R_{и,3}$  (показатель степени,

равный 1, 1/2 или 2/3, характеризует различный аэродинамический режим фильтрации воздуха, соответственно ламинарный - через стыки панелей, турбулентный - через двери и открытые проемы, смешанный - через неплотности окон);  $\Delta p$  - перепад давления на поверхности соответствующих ограждений на уровне расположения воздухопроницаемого элемента, Па; 0,21 - числовой коэффициент, учитывающий перепад давления  $\Delta p_0 = 10$  Па, при котором определяются расчетные значения  $R_{и,1}$  ( $0,21 = 1/10^{2/3}$ ).

Фактическое значение сопротивления воздухопроницанию наружных ограждений  $R_{и}$  определяются по действующим СНиП [2] или по данным организации - изготовителя.

Расчетная разность давления  $\Delta p_1$ , Па, в общем случае определяется величиной гравитационно-ветрового давления и работой вентиляции

$$\Delta p_i = (H - h_i)g(\rho_n - \rho_v) + 0,5v_n^2\rho_n(c_n - c_z)k - p_0, \quad (12)$$

где  $H$  — высота здания, м;  $h$  - расстояние от поверхности земли до верха окон, м;  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup> - ускорение свободного падения;  $\rho_n$ ,  $\rho_o$  - плотность, соответственно, наружного и внутреннего воздуха, кг/м<sup>3</sup>, определяемая по специальным таблицам или в зависимости от температуры воздуха  $t$  по формуле  $\rho = 353 / (273 + t)$ ;  $v_n$  - расчетная скорость ветра, м/с;  $k$  - коэффициент, учитывающий изменение скоростного давления ветра по высоте здания, принимаемый по СНиП "Нагрузки и воздействия";  $c_n$ ,  $c_z$  - аэродинамические коэффициенты на, соответственно, наветренной и заветренной сторонах здания (там же);  $p_0$  - условное давление в помещении, Па, от уровня которого отсчитаны первое и второе слагаемые формулы.

Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха  $Q_{и}$ , Вт, определяется по формуле []:

$$Q_{и} = 0,28 \sum G_i c (t_v - t_n) \beta, \quad (14)$$

где  $c$  - массовая теплоемкость наружного воздуха, принимая равной 1

кДж/(кг°С);  $t_B$ ,  $t_H$  - расчетная температура соответственно внутреннего и наружного воздуха ( $t_B = t_H$ );  $\beta$  - коэффициент, учитывающий нагревание инфильтрующегося воздуха в ограждении встречным тепловым потоком (экономайзерный эффект), равный: 0,7-для стыков панелей и окон с тройными переплетами, 0,8 - для окон и балконных дверей с раздельными переплетами и 1,0 - для окон с одинарными и спаренными переплетами; 0,28 - числовой коэффициент, приводящий в соответствие принятые размерности расхода воздуха, кг/ч, и теплового потока, Вт ( $0,28=1005/3600$ ).

В жилых и общественных зданиях только с вытяжной вентиляцией (без компенсации подогретым притоком воздуха) расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха определяется двумя путями.

Сначала определяют расход теплоты  $Q_{\text{вент}}$ , Вт, на нагревание наружного воздуха, компенсирующего расчетный расход воздуха  $L_{\text{вент}}$ , м<sup>3</sup>/ч, удаляемого из помещения вытяжной вентиляцией, по формуле

$$Q_{\text{вент}} = 0,28 L_{\text{вент}} \rho_H c (t_B - t_H). \quad (15)$$

Для жилых зданий удельный расход воздуха нормируется в размере 3 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> площади жилых помещений и кухни. В общественных зданиях он должен определяться расчетом воздухообмена в помещениях.

Затем рассчитывается расход теплоты  $Q_H$  по формуле из условия нагревания инфильтрующегося через наружные ограждения воздуха при отсутствии вентиляции.

За расчетное принимается большее из полученных значений. Подобное сопоставление особенно актуально в современных условиях, когда с одной стороны в действующих нормах [2] снижено требуемое значение воздухопроницаемости окон, с другой стороны, современные их конструкции имеют очень большое сопротивление воздухопроницанию.



Рассмотрим пример расчета теплопотерь через ограждающие конструкции для помещения лестничной клетки (А).

Лестничная клетка является угловой, внутренняя расчетная температура  $t_{вн} = 18 \text{ C}^\circ$ .

Теплопотери рассчитываются через ограждающие стены, через витраж, через пол и потолок.

Рассчитываем теплопотери ограждений.

Для стены 6,56x7 м, с вычетом витражей, по формуле 2.2:

$$Q_{cm} = k \cdot F \cdot (t_e - t_n) \cdot n = 0,286 \cdot 49,5 \cdot (18 - (-37)) \cdot 1 = 779 \text{ Вт}.$$

Для стены 3,18x7 м по формуле 2.2:

$$Q_{cm} = k \cdot F \cdot (t_e - t_n) \cdot n = 0,286 \cdot 22,3 \cdot (18 - (-37)) \cdot 1 = 351 \text{ Вт}.$$

Для каждого витража по формуле 2.2:

$$Q_{ок} = k \cdot F \cdot (t_e - t_n) \cdot n = 1,96 \cdot 3,6 \cdot (18 - (-37)) \cdot 1 = 388 \text{ Вт}.$$

Теплопотери для пола рассчитываем по вышеизложенной методике (пункт 2.3):

$$Q_{on} = \left( \frac{15,9}{2,27} + \frac{6,52}{4,42} \right) \cdot (18 - (-37)) = 467 \text{ Вт}.$$

Теплопотери для потолка рассчитываем без учета коэффициента  $n=0,9$  (по СНиП II-3-79\*\*), так как потолок сообщается с наружным воздухом:

$$Q_{nl} = k \cdot F \cdot (t_e - t_n) \cdot n = 0,241 \cdot 14,04 \cdot (18 - (-37)) \cdot 1 = 186 \text{ Вт}.$$

Дополнительные потери для ограждающих конструкций лестничной клетки (8,35): для стены и окна с северной и восточной ориентацией – коэффициент 0,1, для стены с западной ориентацией – 0,05, поправка на угловое помещение для все ограждающих конструкций лестничной клетки – 0,05.

Находим суммарные теплопотери для лестничной клетки:

$$Q_{огр.общ} = \sum Q_{огр} = 779 \cdot 1,15 + 351 \cdot 1,05 + 3 \cdot 388 \cdot 1,15 + 367 \cdot 1,05 + 186 \cdot 1,05 = 3265 \text{ Вт}$$

Результаты расчетов сведены в таблицы 1 и 2.

Таблица 1 - Расчет теплотерь помещений

№ помещения	Наименование помещения и температура, °С	Характеристика ограждения				Коэф. т/передачи k, Вт/(м²·°С)	Коэффициент n	Температура в помещении	Температура наружная	Разность температур, (t <sub>int</sub> – t <sub>ext</sub> ), °С	Основные теплопотери Q <sub>0</sub> , Вт	Добавки к т/потерям			Общие потери тепла Q <sub>огр</sub> , Вт	
		наименование	сторона света	размеры, м								площадь, м²	на сторону света	прочие		коэффициент (1+Σβ)
				Н	L											
101	Зал для борьбы	плI				120,69	0,441	1	18	-37	55	2927		0,05	1,05	3074
		плII				104,69	0,226	1	18	-37	55	1301		0,05	1,05	1366
		плIII				88,69	0,115	1	18	-37	55	561		0,05	1,05	589
		плIV				69,34	0,07	1	18	-37	55	267		0,05	1,05	280
		нс	С	6,1	24,36	115,6	0,286	1	18	-37	55	1818	0,1	0,05	1,15	2091
		нс	З	4,6	12,65	55,1	0,286	1	18	-37	55	867	0,05	0,05	1,1	953
		нс	Ю	6,1	24,36	115,6	0,286	1	18	-37	55	1818		0,05	1,05	1909
		ок	С	2	16,5	33,00	1,96	1	18	-37	55	3557	0,1	0,05	1,15	4091
		ок	Ю	2	16,5	33,00	1,96	1	18	-37	55	3557		0,05	1,05	3735
		дво	З	2,07	1,51	3,1	1,96	1	18	-37	55	334	0,05	0,05	1,1	368
		п				364,4	0,241	1	18	-37	55	4830		0,05	1,05	5072
102	Узел ВК	плI				3,7	0,441	1	16	-37	53	86			1	86
		плII				3,7	0,226	1	16	-37	53	44			1	44
		плIII				0,82	0,115	1	16	-37	53	5			1	5
		нс	С	3	1,86	3,7	0,286	1	16	-37	53	56	0,1		1,1	62
		дво	С	2,07	0,91	1,9	1,96	1	16	-37	53	197	0,1		1,1	217
104	Санузел	плI				4,4	0,441	1	16	-37	53	103			1	103

		нс	С	3	2,28	6,8	0,286	1	16	-37	53	103	0,1		1,1	113
																215
107	Раздевальная М	плI				9,89	0,441	1	23	-37	60	262			1	262
		плII				10	0,226	1	23	-37	60	136			1	136
		плIII				10,87	0,115	1	23	-37	60	75			1	75
		плIV				4,5	0,07	1	23	-37	60	19			1	19
		нс	С	3	5,02	10	0,286	1	23	-37	60	172	0,1		1,1	189
		ок	С	1	5,02	5,02	1,96	1	23	-37	60	590	0,1		1,1	649
																1330
108	Тепловой узел	плI				4,48	0,441	1	16	-37	53	105			1	105
		плII				4,53	0,226	1	16	-37	53	54			1	54
		нс	С	3	2,4	7,2	0,286	1	16	-37	53	109	0,1		1,1	120
																280
114	Вестибюль	плI				6,66	0,441	1	18	-37	55	162			1	162
		плII				7,05	0,226	1	18	-37	55	88			1	88
		плIII				10,36	0,115	1	18	-37	55	66			1	66
		плIV				8,9	0,07	1	18	-37	55	34			1	34
		нс	В	3	2,93	6,3	0,286	1	18	-37	55	99	0,1		1,1	109
		ок	В	1	2,53	2,53	1,96	1	18	-37	55	273	0,1		1,1	300
																760
115	Инвентарная	плI				3,74	0,441	1	16	-37	53	87			1	87
		плII				3,74	0,226	1	16	-37	53	45			1	45
		плIII				3,74	0,115	1	16	-37	53	23			1	23
		плIV				1,7	0,07	1	16	-37	53	6			1	6
		нс	Ю	3	1,87	5,6	0,286	1	16	-37	53	85			1	85
																245
118	Санузел	плI				4,4	0,441	1	16	-37	53	103			1	103

		нс	Ю	3	2,28	6,8	0,286	1	16	-37	53	103			1	103
																205
119	Раздевальная Ж	плI				9,89	0,441	1	23	-37	60	262			1	262
		плII				10	0,226	1	23	-37	60	136			1	136
		плIII				10,87	0,115	1	23	-37	60	75			1	75
		плIV				4,5	0,07	1	23	-37	60	19			1	19
		нс	Ю	3	5,02	10	0,286	1	23	-37	60	172			1	172
		ок	Ю	1	5,02	5,02	1,96	1	23	-37	60	590			1	590
122	Коридор	плI				2,43	0,441	1	16	-37	53	57			1	57
		нс	В	3	1	3	0,286	1	16	-37	53	45	0,1		1,1	50
123	Кабинет врача	плI				13,62	0,441	1	18	-37	55	330		0,05	1,05	347
		плII				4,9	0,226	1	18	-37	55	61		0,05	1,05	64
		нс	В	3	3,47	8,4	0,286	1	18	-37	55	132	0,1	0,05	1,15	152
		нс	Ю	3	5,32	16	0,286	1	18	-37	55	252		0,05	1,05	264
		ок	В	1	2	2,00	1,96	1	18	-37	55	216	0,1	0,05	1,15	248
Всего по этажу:																29415
202	Венткамера	нс	С	3	3,8	11,4	0,286	1	16	-37	53	173			1	173
		п				24,47	0,241	1	16	-37	53	313			1	313
																485
203	Зал для настольного тенниса	нс	С	3	4,95	10,7	0,286	1	18	-37	55	168	0,1		1,1	185
		ок	С	1	4,2	4,20	1,96	1	18	-37	55	453	0,1		1,1	498
		п				32,42	0,241	1	18	-37	55	430			1	430
																1115
204	Бильярдная	нс	С	3	5,2	11,4	0,286	1	18	-37	55	179	0,1		1,1	197
		ок	С	1	4,2	4,20	1,96	1	18	-37	55	453	0,1		1,1	498

		п				33,82	0,241	1	18	-37	55	448			1	448
																1145
208	Тренерская	нс	Ю	3	2,5	5,9	0,286	1	18	-37	55	93			1	93
		ок	Ю	1	1,6	1,60	1,96	1	18	-37	55	172			1	172
		п				14,71	0,241	1	18	-37	55	195			1	195
																460
209	Бытовое помещение М	нс	Ю	3	2,35	5,5	0,286	1	18	-37	55	87			1	87
		ок	Ю	1	1,6	1,60	1,96	1	18	-37	55	172			1	172
		п				9,09	0,241	1	18	-37	55	120			1	120
																380
210	Бытовое помещение Ж	нс	Ю	3	2,35	5,5	0,286	1	18	-37	55	87			1	87
		ок	Ю	1	1,6	1,60	1,96	1	18	-37	55	172			1	172
		п				9	0,241	1	18	-37	55	119			1	119
																380
213	Приемная	нс	В	3	2,8	6,8	0,286	1	18	-37	55	107	0,1		1,1	118
		ок	В	1	1,6	1,60	1,96	1	18	-37	55	172	0,1		1,1	190
		п				9,46	0,241	1	18	-37	55	125			1	125
																435
214	Кабинет директора	нс	Ю	3	4,05	9	0,286	1	18	-37	55	142			1	142
		ок	Ю	1	3,2	3,20	1,96	1	18	-37	55	345			1	345
		п				17,36	0,241	1	18	-37	55	230			1	230
																715
215	Кабинет гл. бухгалтера	нс	В	3	3,47	8,8	0,286	1	18	-37	55	138	0,1	0,05	1,15	159
		нс	Ю	3	3,18	9,5	0,286	1	18	-37	55	149		0,05	1,05	157
		ок	В	1	1,6	1,60	1,96	1	18	-37	55	172	0,1	0,05	1,15	198
		п				9,17	0,241	1	18	-37	55	122			1	122
																635
Всего по этажу:																5750
А	Лестничная	плІ				15,9	0,441	1	18	-37	55	386			1	386

	клетка	плII				6,52	0,226	1	18	-37	55	81			1	81
		нс	В	7	6,56	49,5	0,286	1	18	-37	55	779	0,1	0,05	1,15	895
		нс	Ю	7	3,18	22,3	0,286	1	18	-37	55	351		0,05	1,05	368
		ок	В	6	0,6	3,60	1,96	1	18	-37	55	388	0,1	0,05	1,15	446
		ок	В	6	0,6	3,60	1,96	1	18	-37	55	388	0,1	0,05	1,15	446
		ок	В	6	0,6	3,60	1,96	1	18	-37	55	388	0,1	0,05	1,15	446
		п				14,04	0,241	1	18	-37	55	186		0,05	1,05	195
Всего по зданию:															38430	

Таблица 2. Расчет теплопотерь на нагревание инфильтрующегося воздуха

№ помещения	Наименование помещения и температура, °С	Характеристика ограждения					Расчетная высота от уровня земли до верха проёма	Высота здания	Коэф. т/передачи k, Вт/(м²·°С)	Температура в помещении	Температура наружная	Разность темпе- ратур, (t <sub>int</sub> – t <sub>ext</sub> ), °С	Скорость ветра	аэродинамический коэффициент наветренной стороны, C <sub>н</sub>	аэродинамический коэффициент заветренной стороны, C <sub>з</sub>	коэффициент для учета изменения скоростного давления ветра K	Плотность наружного воздуха ρ <sub>н</sub> ,Н/м3	Плотность внутреннего воздуха ρ <sub>в</sub> ,Н/м3	Сопротивление воздухопроницанию	Условно-постоянное давление в помещении, P <sub>int</sub>	Расчетная разность давлений Δ <sub>p</sub>	Расход инфильт. воздуха L <sub>инф</sub> , кг/ч	Потери тепла на нагрев инф. возд. Q <sub>инф</sub> , Вт
		наименование	сторона света	размеры, м		площадь, м²																	
				Н	L																		
101	Зал для борьбы	ок	С	2	16,5	33,00	4,6	7,14	1,96	18	-37	55	2,8	0,8	0,6	0,75	1,5	1,21	2,644	13,24	13,22	15,2	176
		ок	Ю	2	16,5	33,00	4,6	7,14	1,96	18	-37	55	2,8	0,8	0,6	0,75	1,5	1,21	2,644	13,24	13,22	15,2	176
107	Раздевальная М	ок	С	1	5,02	5,02	2	7,14	1,96	23	-37	60	2,8	0,8	0,6	0,75	1,5	1,19	1,504	13,94	7,52	2,79	35
114	Вестибюль	ок	В	1	2,53	2,53	2	7,14	1,96	18	-37	55	2,8	0,8	0,6	0,75	1,5	1,21	1,438	13,24	7,19	1,43	17
119	Раздевальная Ж	ок	Ю	1	5,02	5,02	2	7,14	1,96	23	-37	60	2,8	0,8	0,6	0,75	1,5	1,19	1,504	13,94	7,52	2,79	35
123	Кабинет врача	ок	В	1	2	2,00	2	7,14	1,96	18	-37	55	2,8	0,8	0,6	0,75	1,5	1,21	1,438	13,24	7,19	1,13	13
Всего по этажу:																						455	
203	Зал для настольного	ок	С	1	4,2	4,20	5	7,14	1,96	18	-37	55	2,8	0,8	0,6	0,75	1,5	1,21	2,422	13,24	12,11	1,99	23



	тенниса																						
204	Бильярдная	ок	С	1	4,2	4,20	5	7,14	1,96	18	-37	55	2,8	0,8	-	0,75	1,5	1,21	2,422	13,24	12,11	1,99	23
208	Тренерская	ок	Ю	1	1,6	1,60	5	7,14	1,96	18	-37	55	2,8	0,8	-	0,75	1,5	1,21	2,422	13,24	12,11	0,76	9
209	Бытовое помещение М	ок	Ю	1	1,6	1,60	5	7,14	1,96	18	-37	55	2,8	0,8	-	0,75	1,5	1,21	2,422	13,24	12,11	0,76	9
210	Бытовое помещение Ж	ок	Ю	1	1,6	1,60	5	7,14	1,96	18	-37	55	2,8	0,8	-	0,75	1,5	1,21	2,422	13,24	12,11	0,76	9
213	Приемная	ок	В	1	1,6	1,60	2	7,14	1,96	18	-37	55	2,8	0,8	-	0,75	1,5	1,21	1,438	13,24	7,19	0,9	10
214	Кабинет директора	ок	Ю	1	3,2	3,20	5	7,14	1,96	18	-37	55	2,8	0,8	-	0,75	1,5	1,21	2,422	13,24	12,11	1,52	18
215	Кабинет гл. бухгалтера	ок	В	1	1,6	1,60	5	7,14	1,96	18	-37	55	2,8	0,8	-	0,75	1,5	1,21	2,422	13,24	12,11	0,76	9
Всего по этажу:																						110	
А	Лестничная клетка	ок	В	6	0,6	3,60	5	7,14	1,96	18	-37	55	2,8	0,8	-	0,75	1,5	1,21	2,422	13,24	12,11	1,71	20
		ок	В	6	0,6	3,60	5	7,14	1,96	18	-37	55	2,8	0,8	-	0,75	1,5	1,21	2,422	13,24	12,11	1,71	20
		ок	В	6	0,6	3,60	5	7,14	1,96	18	-37	55	2,8	0,8	-	0,75	1,5	1,21	2,422	13,24	12,11	1,71	20
																						60	
Всего по зданию:																						625	

## 4 ВЫБОР, РАЗМЕЩЕНИЕ И РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Для создания необходимого теплового режима большое значение имеет рациональное размещение нагревательных приборов. Преимущественным является размещение приборов под световыми проёмами у наружных ограждений. Такое расположение способствует повышению температуры в нижней части наружной стены и уменьшает радиационное охлаждение. Потоки тёплого воздуха, поднимающиеся по стене, уменьшают проникновение холодного воздуха в рабочую зону. При установке приборов следует учитывать удобства осмотра, очистки и ремонта. Разрешается устанавливать приборы у наружных стен в нишах; глубина ниши принимается до 130 мм.

При размещении приборов под окнами вертикальная ось прибора и окна проёма должны совпадать. В жилых и общественных зданиях и бытовых помещениях промышленных предприятий разрешается смещение осей с целью уменьшения длины подводки. В этом случае стояк размещается на расстоянии  $(150 \pm 50)$  мм от оконного проёма и подводку делают длиной  $(380 \pm 20)$  мм; при  $d_y = 25$  мм длина подводки принимается до 500 мм.

В ряде случаев разрешается ограждать приборы декоративными укрытиями. При этом необходимо учитывать возможное уменьшение теплоотдачи приборов.

Нагревательные приборы следует размещать по возможности ниже, и приборы должны быть невысокими. При высоких и коротких приборах интенсивная тепловая струя вызывает перегрев верхних зон и перемещение более холодного воздуха в рабочую зону. В высоких помещениях целесообразно использовать более высокие приборы или устанавливать их в два яруса, а иногда и в верхней зоне помещения.

При выборе нагревательных приборов учитывалось давление в системе, качество теплоносителя, а также состав воздушной среды помещения.

Отопительные приборы должны обеспечивать равномерное обогревание помещения.

В качестве нагревательных приборов установлены радиаторы чугунные секционные МС-140-98 по ГОСТ 8690-94, снабженные экранами в электрощитовой - регистры из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-75.

Удаление воздуха из системы отопления осуществляется через горизонтальные воздухоотборники, установленные в верхних точках системы.

Система отопления запроектирована с кранами шаровыми.

Магистральные трубопроводы и стояки системы отопления приняты из стальных водогазопроводных неоцинкованных труб по ГОСТ 3262-75.

Прокладка трубопроводов предусмотрена с минимальным уклоном 0,02 в сторону теплового узла.

Трубопроводы, проложенные в подпольном канале, изолируются теплоизоляционными трубами «Термафлекс ФРЗ Е».

Для опорожнения системы отопления в нижних точках предусмотрены штуцеры с запорными клапанами для присоединения гибких шлангов и отвода воды в канализацию.

На трубопроводах в местах пересечения ими внутренних стен установить гильзы из несгораемых материалов, обеспечивающих свободное перемещение труб при изменении температуры теплоносителя. Заделку зазоров и отверстий в местах прокладки трубопроводов, следует предусматривать негорючими материалами, обеспечивая нормируемый предел огнестойкости ограждений.

Трубопроводы в тепловом узле и трубопроводы на теплоснабжение, приняты из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91, покрываются масляно-битумным покрытием в 2 слоя по грунту ГФ-021, изолируются шнуром теплоизоляционным по ТУ 36-16-22-33-89 толщиной 40мм и обертываются рулонным стеклопластиком РСТ-А по ТУ 6-11-145-80.

Нагревательные приборы и неизолированные трубопроводы окрасить масляной краской МА-021 по ГОСТ 8292-80.

Монтаж и прием в эксплуатацию системы отопления производить в соответствии со СНиП 3.05.01-85 и по серии 4.904-69 «Детали крепления санитарно-технических приборов и трубопроводов».

## 5 ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Тепловой расчет приборов заключался в вычислении площади нагревательной поверхности, обеспечивающей требуемый тепловой поток от теплоносителя в здание. Расчет производился при температуре теплоносителя 95С.

Тепловая мощность прибора, т.е. его расчетная теплоотдача  $Q_{пр}$ , определена, теплотребностью помещения за вычетом теплоотдачи теплопроводов, проложенных в этом здании.

Площадь теплоотдающей поверхности зависит от принятого вида прибора, его расположения в помещении и схемы присоединения к трубам. Эти факторы отражаются на значении поверхностной плотности теплового потока прибора.

Плотность теплового потока прибора определяется как [3]:

$$q = k_{пр} \cdot \Delta t_{ср} = (m \cdot \Delta t_{ср}^N \cdot G_{отн}^P) \cdot \Delta t_{ср} = m \cdot \Delta t_{ср}^{1+N} \cdot G_{отн}^P \quad (16)$$

где  $k_{пр}$  - коэффициент теплопередачи;

$\Delta t_{ср}$  - разность температуры при теплоносителе воде;

$m, n, p$  – экспериментальные тепловые показатели, выражающие влияние конструктивных и гидравлических особенностей прибора на его коэффициент теплопередачи;

Теплоотдача отопительного прибора [3]:

$$Q_{пр} = q_{пр} \cdot A_p, \quad (17)$$

где  $A_{пр}$  - расчетная площадь отопительного прибора,  $m^2$ .

Отсюда площадь отопительного прибора [3]:

$$A_{пр} = \frac{Q_{пр}}{q_{пр}}, \quad (18)$$

где  $Q_{пр}$  - требуема теплоотдача прибора в рассматриваемое помещение [3]:

$$Q_{пр} = Q_{п} - \beta \cdot Q_{тр}, \quad (19)$$

где  $Q_{II}$  –теплопотребность помещения, Вт;

$Q_{TP}$  - суммарная теплоотдача проложенных в пределах помещения нагретых труб стояка и подводок, к которым присоединен отопительный прибор, Вт;

$\beta$  - поправочный коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи теплопроводов, полезную для поддержания заданной температуры воздуха в помещении.

Суммарную теплоотдачу теплопроводов определяли как [3]:

$$Q_{TP} = \sum k_{TP} \cdot \pi \cdot d_H \cdot l \cdot (t_G - t_B), \quad (20)$$

где  $k_{TP}, d_H, l$  - соответственно коэффициент теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup> °С), наружный диаметр, м, и длина, м, отдельных трубопроводов;

Число секций радиаторов :

$$N = (A_p / a_1) \cdot (\beta_4 / \beta_3), \quad (21)$$

где  $a_1$ - площадь одной секции, м<sup>2</sup>;

$\beta_4$  - поправочный коэффициент, учитывающий способ установки радиатора в помещении;

$\beta_3$  - поправочный коэффициент, учитывающий число секций в одном радиаторе.

Таблица 3 - Количество секций и отопительных приборов установленных в помещении.

№ помещения	Q потерь Вт	G пр кг/ч	t <sub>ср</sub> ,С'	t внутр. Расч. С'	φк	Q <sub>н.т.</sub> , Вт	N	β3	N <sub>мин</sub>	N принимаем
102	415	16,33	64,5	18	0,87	455	2,4	1,04	2,41	3
104	215	8,46	66,5	16	0,89	230	1,2	1,12	1,14	2
107	1330	52,33	62,5	20	0,85	1485	7,8	0,99	8,27	9
108	280	11,02	57,5	25	0,77	345	1,8	1,07	1,78	2
114	795	31,28	57,5	25	0,78	970	5,1	1,01	5,33	6
115	245	9,64	62,5	20	0,84	280	1,5	1,09	1,42	2
118	205	8,07	57,5	25	0,77	255	1,3	1,10	1,28	2
119	1275	50,16	57,5	25	0,78	1550	8,2	0,99	8,64	9
122	105	4,13	57,5	25	0,76	130	0,7	1,23	0,58	1
123	1075	42,30	57,5	25	0,78	1310	6,9	1,00	7,27	8
202	485	19,08	66,5	16	0,90	510	2,7	1,04	2,72	3
203	1115	43,87	62,5	20	0,85	1245	6,6	1,00	6,90	7
204	114	4,49	62,5	20	0,83	130	0,7	1,23	0,58	1
208	460	18,10	66,5	16	0,90	485	2,6	1,04	2,58	3
209	380	14,95	66,5	16	0,90	405	2,1	1,05	2,12	3
210	380	14,95	66,5	16	0,90	405	2,1	1,05	2,12	3
213	435	17,11	64,5	18	0,87	475	2,5	1,04	2,52	3
214	715	28,13	64,5	18	0,87	775	4,1	1,01	4,22	5
215	635	24,98	64,5	18	0,87	690	3,6	1,02	3,74	4
A	3265	128,46	64,5	18	0,89	3495	18,4	0,98	19,71	20

## 6 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Гидравлический расчёт – раздел проектирования и эксплуатации системы отопления.

При проектировании в гидравлический расчёт входят следующие задачи:

- 1) определение диаметров трубопроводов;
- 2) определение падения давления (напора);
- 3) определение давлений (напоров) в различных точках сети;
- 4) увязка всех точек системы при статическом и динамическом режимах с целью обеспечения допустимых давлений и требуемых напоров в сети и абонентских системах.

В некоторых случаях может быть поставлена также задача определения пропускной способности трубопроводов при известном диаметре и заданной потере давления.

Результаты гидравлического расчёта дают следующий исходный материал:

- 1) для определения капиталовложений, расхода металла (труб) и основного объёма работ по сооружению тепловой сети;
- 2) установления характеристик циркуляционных и подпиточных насосов и их размещения;
- 3) выяснения условий работы источников теплоты, тепловой сети и абонентских систем и выбора схем присоединения теплопотребляющих установок к тепловой сети;
- 4) выбора средств авторегулирования в тепловой сети на ЦТП, МТП и на абонентских вводах;
- 5) разработки режимов эксплуатации систем теплоснабжения.



В данном проекте для административной части спортивно-оздоровительного комплекса представлена двухтрубная тупиковая система отопления с нижней разводкой магистралей.

Гидравлический расчет выполняют по пространственной схеме системы отопления, вычерчиваемой обычно в аксонометрической проекции. На схеме системы выявляют циркуляционные кольца, делят их на участки и наносят тепловые нагрузки.

Участком называют трубу или трубы с одним и тем же расходом теплоносителя. Последовательно соединенные участки, образующие замкнутый контур циркуляции воды через теплогенератор (теплообменник), составляют циркуляционное кольцо системы.

Тепловая нагрузка участка  $Q_{уч}$  составляется из тепловых нагрузок приборов, обслуживаемых протекающей по участку водой:

$$Q_{уч} = \Sigma Q_{п}$$

Расход воды на участке  $G_{уч}$  при расчетной разности температуры воды в системе  $t_r - t_o$  с учетом дополнительной теплопередачи в помещения:

$$G_{уч} = Q_{уч} \cdot 3,6 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 / c \cdot (t_r - t_o), \text{ кг/ч}$$

где  $Q_{уч}$ —тепловая нагрузка участка, Вт;

$\beta_1, \beta_2$ — поправочные коэффициенты, учитывающие дополнительную теплопередачу в помещения;

$c$ —удельная массовая теплоемкость воды, равная 4,187 кДж/(кг·°С).

Тепловая нагрузка системы отопления в целом равна сумме тепловых нагрузок всех отопительных приборов (теплопотерь помещений). По общей теплопотребности для отопления здания определяют расход воды в системе отопления:

$$G_c = Q_c / c \cdot (t_r - t_o) = \Sigma Q_{п} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 / c \cdot (t_r - t_o).$$

Гидравлический расчет двухтрубных систем отопления ведется по удельной линейной потере давления, подбирая диаметр труб при равных (или, как иногда говорят, постоянных) перепадах температуры воды во всех

стояках и ветвях  $t_{CT}'$  соответствующих расчетному перепаду температуры воды во всей системе  $t_c$ :

$$\Delta t_{CT} = \Delta t_c.$$

Предварительно вычисляют расход воды на каждом участке. По найденным расходам воды принимаются диаметры обыкновенных газопроводных труб для участков системы отопления. Величиной, ограничивающей возможность снижения диаметров трубопроводов систем отопления, является предельная скорость теплоносителя в них, определяемая из условий бесшумной работы системы. Потери давления на трение и местные сопротивления на участке определяют отдельно по преобразованной формуле:

$$\Delta p_{уч} = \left( \frac{\lambda}{d_b} \right) \cdot \left( \frac{\rho w^2}{2} \right) \cdot l_{уч} + \sum \zeta_{уч} \cdot \left( \frac{\rho w^2}{2} \right) = R l_{уч} + Z,$$

где  $R = \left( \frac{\lambda}{d_b} \right) \cdot \left( \frac{\rho w^2}{2} \right)$  - удельная потеря давления на трение на длине 1 м, Па/м;

$$Z = \sum \zeta_{уч} \left( \frac{\rho w^2}{2} \right) - \text{потери давления на местные сопротивления, Па.}$$

В нашем случае величина удельных потерь давления на участках определяется по таблице для гидравлического расчета.

Потери давления в циркуляционном кольце системы при последовательном соединении  $N$  участков определяли как [3]:

$$\Delta p_{общ} = \sum_{i=1}^N (R l_{уч} + Z)_i$$

т.е. равны сумме потерь давления на участках, составляющих кольцо.

При параллельном соединении двух участков, стояков или ветвей [3]:

$$\Delta p_i = \Delta p_j$$

т.е. потери давления на параллельно соединенных участках, стояках или ветвях равны.

Располагаемое циркуляционное давление  $\Delta p_{p.ст}$  должно быть равно потерям давления (уже известным) на участках основного кольца, замыкающих рассматриваемый стояк. Таким образом, для двухтрубной системы [3]:

$$\Delta p_{p.ст} = \Sigma(Rl+Z)_{осн}$$

В системах с тупиковым движением воды затруднительно при ограниченном сортаменте труб достигнуть выполнения равенства по приведенным выше формулам. Поэтому при определении потерь давления в промежуточных стояках допускают невязку до 15% с располагаемым циркуляционным давлением.

Расчетное циркуляционное давление  $\Delta p_p$  в системе водяного отопления в общем виде можно определить по формуле [3]:

$$\Delta p_p = \Delta p_H + B\Delta p_E,$$

где  $\Delta p_H$  - циркуляционное давление, создаваемое насосом, Па;

$\Delta p_E$  - естественное циркуляционное давление, Па;

$B$  - поправочный коэффициент, учитывающий значение естественного циркуляционного давления в период поддержания расчетного гидравлического режима в системе.

Заполняем в расчетной таблице 5 колонки расходов воды на участках, из аксонометрической схемы заносим значения их длин, порасходу воды на участках выбираем диаметр труб  $D_y$ . Далее, ориентируясь на значение величины  $R_{cp}$ , записываем в таблицу скорость движения воды  $w$  и вычисляем действительные значения удельных линейных потерь давления  $R$ .

Запас циркуляционного давления по системе определяется по формуле:

$$\Delta = \frac{\Delta p_p - \Delta p_l}{\Delta p_p} \cdot 100\% .$$

Давление на вводе в систему отопления здания (исходные данные):

$$P_{под} = 5,1 \text{ кгс/см}^2; P_{обр} = 4,5 \text{ кгс/см}^2.$$

Таким образом, расчетное циркуляционное давление:

$$\Delta p_p = \Delta p_H = P_{под} - P_{обр} = 5,1 - 4,5 = 0,6 \text{ кгс/см}^2.$$

В данной системе отопления запроектировано одно основное циркуляционное кольцо.

Длину основного циркуляционного кольца определяем по аксонометрической схеме системы отопления. Длина кольца через самый удаленный отопительный прибор от гребенки:  $\Sigma l_{T14,T24} = 115,83$  м.

$$R_{cpT14,T24} = 0,65 \cdot 6000 / 115,83 = 33,67 \text{ Па/м};$$

Заполняем в расчетном бланке колонки расходов воды на участках, из аксонометрической схемы заносим значения их длин, по расходу воды на участках выбираем диаметр труб  $D_y$ . Далее, ориентируясь на значение величины  $R_{cp}$ , записываем в таблицу скорость движения воды  $w$  и вычисляем действительные значения удельных линейных потерь давления  $R$  и на местные сопротивления результаты заносим в таблицу 4.

Выбираем второстепенные циркуляционные кольца через ближний к тепловому пункту (в рассматриваемой системе к гребенке) отопительный прибор. В данной системе отопления выбрано одно основное циркуляционное кольцо, через наиболее удаленный от гребенки прибор. Результаты гидравлического расчета сведены в таблицу 4.

Таблица 4 - Результаты гидравлического расчета трубопроводов систем отопления основного циркуляционного кольца

Данные по участкам			Принято						
№	G, кг/ч	l, м	D, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	$\sum \xi$	Z, Па	Rl+Z, Па
1	154,27	7,47	32	0,06	67,38	503,32	2	3,47	506,79
2	139,13	14	32	0,05	50,64	708,91	3	3,62	712,52
3	126,89	3,615	32	0,05	46,18	166,94	2	2,41	169,35
4	119,48	4,185	32	0,04	34,79	145,59	3,8	2,93	148,52
5	114,21	7,8	25	0,07	78,33	610,97	2,5	5,91	616,88
6	99,06	3,615	25	0,06	58,24	210,52	1,5	2,61	213,13
7	85,32	4,185	25	0,05	41,80	174,92	1,5	1,81	176,73
8	70,17	5,6	20	0,06	53,97	302,25	3,8	6,60	308,85
9	42,68	4,8	20	0,04	21,89	105,06	2,5	1,93	106,99
10	28,94	3,73	20	0,03	11,13	41,51	1,5	0,65	42,16
11	28,94	3,73	20	0,03	11,13	41,51	1,5	0,65	42,16
12	42,68	4,8	20	0,04	21,89	105,06	2,5	1,93	106,99
13	70,17	5,6	20	0,06	53,97	302,25	3,8	6,60	308,85
14	85,32	4,185	25	0,05	41,80	174,92	1,5	1,81	176,73
15	99,06	3,615	25	0,06	58,24	210,52	1,5	2,61	213,13
16	114,21	7,8	25	0,07	78,33	610,97	2,5	5,91	616,88
17	119,48	4,185	32	0,04	34,79	145,59	3,8	2,93	148,52
18	126,89	3,615	32	0,05	46,18	166,94	2	2,41	169,35
19	139,13	14	32	0,05	50,64	708,91	3	3,62	712,52
20	154,27	5,3	32	0,06	67,38	357,10	2	3,47	360,58
115,83							5793,76	63,89	5857,65

В результате гидравлического расчета системы отопления уточняются диаметры трубопроводов участков системы. Для увязки падений давления в пределах отдельных колец используются современные балансировочные клапаны MSV–BD производства датской компании Danfoss. Подбор балансировочных клапанов производится по техническому описанию «Ручные фланцевые балансировочные клапаны» фирмы Danfoss.

Увязка падений давления в кольцах:

T14/24: 6000 Па– 100%; 5858 Па–  $x\%$ ,  $x=2,4\%$ .

Невязка для кольца составляет менее 5%. Установка балансировочных клапанов не требуется.

## 7 ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

При централизованном теплоснабжении тепловой пункт может быть местным - индивидуальным (ИТП) для системы отопления данного здания и групповым - центральным (ЦТП) для систем отопления группы зданий. Проектирование тепловых пунктов ведется в соответствии с нормативными правилами.

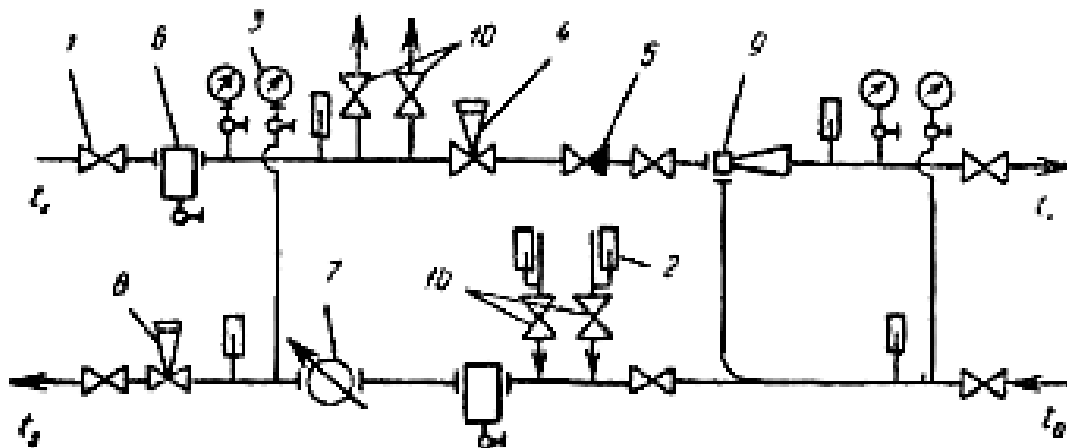


Рис. 7.1. Принципиальная схема местного теплового пункта системы водяного отопления с водоструйным элеватором и ответвлениями к системам вентиляции и кондиционирования воздуха. 1 - задвижка; 2 - термометр; 3 - манометр; 4 - регулятор расхода; 5 - обратный клапан; 6 - грязевик; 7 - тепломер; 8 - регулятор давления; 9 - водоструйный элеватор; 10 - ответвления.

Температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а температура теплоносителя в подающей линии системы отопления  $115\text{ }^{\circ}\text{C}$  (с целью снижения металлоемкости систем отопления) в подающей линии. Этого добиваются при помощи смешивающей установки (водоструйный элеватор), вода из обратного трубопровода системы отопления с температурой  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  подсасывается элеватором и смешивается с водой подающейся в подающую линию системы отопления до необходимой температуры.

## 8 РАСЧЕТ И ВЫБОР ЦИРКУЛЯЦИОННОГО НАСОСА

В системах водяного отопления с замкнутым контуром циркуляционный насос устанавливается на обратном магистральном теплопроводе, что увеличивает срок службы насоса (хотя с точки зрения создания циркуляции воды в замкнутом контуре, местоположение насоса безразлично), а так же из-за более низкой температуры в теплопроводе.

Для подбора циркуляционного насоса необходимо знать требуемую его подачу и расчетное давление.

Требуемая подача насоса  $V_{\text{нас}}, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$  определяется тепловой нагрузкой системы отопления  $Q_T = 188405 \text{ Вт}$  и перепадом температуры воды  $t_1 = 70^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = 115^\circ\text{C}$ .

$$V_{\text{нап}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{д}}}{c \cdot (t_2 - t_1) \cdot \rho} \frac{\text{л}^3}{\text{с}}, \quad (27)$$

где  $\rho = 983,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  – плотность воды при температуре  $t_1 = 70^\circ\text{C}$ ;

$c = 4,1754 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$  – теплоемкость при температуре  $t_1 = 70^\circ\text{C}$ .

Тогда

$$V_{\text{нас}} = \frac{3,6 \cdot Q_T}{c \cdot (t_2 - t_1) \cdot \rho} = \frac{3,6 \cdot 188405}{4,1754 \cdot (115 - 70) \cdot 983,2} = 3,67 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

Давление создаваемое циркуляционным насосом должно быть достаточным для преодоления всех сопротивлений движению воды в системе, а именно:

- потери давления в самом невыгодном циркуляционном кольце, –  $\Delta P_c = 5625 \text{ Па}$ ;
- потери в насосе, которые можно не учитывать, так как они достаточно малы.



$$\Delta P_{\text{нас}} = \Delta P_c = 5625 \text{ Па.}$$

Применим циркуляционный насос серии 100 исполнения ALHRA фирмы GRUNDFOS предназначенный специально для работы в системе отопления. Автоматика насоса ALHRA регулирует перепад давления в соответствии с текущими потребностями системы без применения внешних элементов. Данный тип насоса главным образом применяется в одно- или двухтрубных системах отопления. Особенность этого типа насосов заключается в следующем:

- вал и радиальные подшипники из керамики;
- графитовый упорный подшипник;
- защитная гильза ротора и подшипниковая пластина из нержавеющей стали;
- рабочее колесо из материала, устойчивого к коррозии.

Насос всегда должен устанавливаться так, чтобы вал электродвигателя находился в горизонтальном положении.

Электродвигатель насоса ALHRA представляет собой 2-полюсный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором и фильтром радиопомех. Он (электродвигатель) так же оснащен защитой сопротивлением и потому не требует никакой внешней системы защиты. Клеммная коробка, оснащенная регулятором, имеет многопозиционный переключатель режимов эксплуатации и световую индикацию подачи напряжения питания.

Рабочая характеристика насосов моделей ALHRA действительны для плотности жидкости  $\rho = 983,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  и температуре перекачиваемой жидкости  $70^\circ\text{C}$ . Так как параметры не сильно расходятся, то будем пользоваться данной характеристикой. При подаче насоса  $V_{\text{нас}} = 3,67 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ , максимальный напор будет составлять приблизительно  $5700 \text{ Па}$ , (

$\Delta P_{\text{нас}} = 5625 \text{ Па}$ ), то есть имеется некоторый запас давления. В таблице 14 приведена минимальная и максимальная мощность развиваемая насосом.

Таблица 6 – Потребляемая мощность насоса

	$P_1, \text{Вт}$	$I_n, \text{А}$
max	35	0,21
min	90	0,4

В замкнутой гидравлической системе обязательно должен быть установлен расширительный бак, который компенсировал бы изменения объема воды при ее нагреве и охлаждении. В системе будем использовать горизонтальные воздушосборники, установленные в верхних точках системы, так как он наиболее распространен. Воздушосборник имеет предохранительный клапан, настроенный обычно на избыточное давление

$$5 \div 6 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}.$$

Воздушосборники позволяют:

- исключение испарения теплоносителя;
- уменьшение коррозии и загрязнения системы;
- уменьшение стоимости монтажа, поскольку не требует установки в верхней точке системы.

## 9 РАСЧЕТ ОБЩЕОБМЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

В помещениях спортивного комплекса происходит выделение теплоты, влаги присутствие которых в воздухе является не желательным. Обычно последние удаляется с помощью вентиляции, при которой в помещение подается определенное количество воздуха, ассимилирующего эти выделения.

В зимний период года подаваемый в помещение воздух необходимо предварительно подогреть. Точное определение воздухообмена в помещении, то есть количество воздуха, которое необходимо подавать в помещение и извлекать из него, является важной задачей как с санитарно-технической точки зрения, так и с экономической. Составление воздушно-теплого баланса помещения позволяет в максимальной степени совместить решение этих задач.

В помещениях с вентиляцией, расходы воздуха сбалансированы. Если в помещении работает приточная вентиляция, удаление воздуха происходит неорганизованным путем. Если предусмотрена только вытяжная вентиляция, поступление воздуха в помещение происходит за счет инфильтрации, но при этом всегда сохраняется баланс, при котором массовый расход удаляемого воздуха равен массовому расходу приточного воздуха.

При балансе расходов вытяжного и приточного имеет место баланс теплоты, поступающей в помещение и удаляемой из него, а также баланс влаги. При составлении воздушно-теплого баланса здания учтена не только теплота, выделяющаяся в помещении и теряемая через наружные ограждения, но и теплота, вносимая приточным воздухом, а также теряемая при удалении используемого воздуха.

Воздушно-тепловой баланс составлен для помещений, в которых воздухообмен должен определяться по расчету.

Воздушно-тепловой баланс составлен для двух периодов: теплого и холодного.

Температура воздуха в рабочей зоне помещения выбрана согласно данным нормативной литературы.

Температура наружного воздуха определена по [10] в соответствии с указаниями по данному расчету.

Расход приточного воздуха отдельно для теплого и холодного периодов года определяется по формуле

$$L = L_{w,z} + \frac{3,6Q - cL_{w,z}(t_{w,z} - t_{in})}{c(t_l - t_{in})} \quad (47),$$

где  $L_{w,z}$  -расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов, и на технологические нужды,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$Q$  - избыточный явный тепловой поток в помещение, Вт;

$c$  -теплоемкость воздуха, равная  $1,2 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$t_{w,z}$  - температура воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне помещения, удаляемого системами местных отсосов, и на технологические нужды,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_l$  - температура воздуха, удаляемого из помещения за пределами обслуживаемой или рабочей зоны,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{in}$  - температура воздуха, подаваемого в помещение,  $^\circ\text{C}$ , определяемая в соответствии с [7].

Кратности воздухообменов приняты в соответствии с требованиями [6 – 7].

Количество воздуха, которое необходимо подать или удалить из помещений, определяется кратностью обмена воздуха за 1 час.

Воздухообмен по кратностям определен как [3]:

$$L = k \cdot V, \text{ м}^3/\text{час} \quad (48)$$

где  $k$ - кратность воздухообмена,  $1/\text{ч}$ ;

$V$ - объем помещения,  $\text{м}^3$ .

Данная система приточно-вытяжной вентиляции с искусственным и естественным побуждением содержит системы:

- вытяжные с искусственным побуждением В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7, В8, В9;
- вытяжные с естественным побуждением ВЕ1, ВЕ2, ВЕ3, ВЕ4;

- приточные системы вентиляции П1, П2.

Расчет воздухообменов помещений по кратностям сведен в таблицу 7.

Таблица 7. Воздухообмен в помещениях												
№ Помещения	Наименование помещения	Строительный объем, м3	Метод определения воздухообмена	Вытяжка					Приток			Примечания
				По вредностям		По кратности		Кратность м³/ч	Кол- во, м3/ч	№ сист.	Кратность м³/ч	
				Кол-во, м³/ч	№ сист.	Кол- во, м³/ч	№ сист.					
1	2	3	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Первый этаж												
101	Зал для борьбы	2090,5	2 кр, но не менее 80 м3/ч на 1 плавца			4180	BE1, BE2	2	4180	П2	2	
102	Узел ВК	17,9	По кратности			20	B7	1				
103	Помещение уборочного инвентаря	10,96	По кратности			20	B9	2				
104	Санузел	9,57	По расчету			50	B1					
105	Санузел для МГН	11,31	По расчету			115	B1	10				
106	Душевая	14,36	По кратности			145	B1	10				
107	Раздевальная (М)	87,04	По кратности						310	П1	3,6	
108	Тепловой узел	21,43	По кратности			20	B8	1				
109	Тамбур	7,81	По кратности			15	BE4	1				
110	Электрощитовая	14,03	По кратности			60	B2	2				
111	Гардероб	30,95	По кратности									
113	Коридор	43,22	По кратности									
114	Вестибюль	80,32	По кратности						60	П1	3,6	
115	Инвентарная	29,38	По кратности			30	BE3	1				
116	Душевая	14,36	По кратности			145	B1	10				
117	Санузел для МГН	11,31	По расчету			115	B1	10				
118	Санузел	9,57	По расчету			50	B1					
119	Раздевальная (Ж)	87,04	По кратности						310	П1	2	

120	Санузел	9,36	По кратности			25	B4	1				
121	Касса	6,94	По кратности			15	B2	2	15	П1	2	
122	Коридор	6,61	По кратности			45	B2					
123	Кабинет врача	43,82	По кратности			90	B2	2	135	П1	3	
124	Входной тамбур	14,58	По кратности									
202	Венткамера	74,94	По кратности						150	П1	2	
203	Зал для настольного тенниса	97,02	По кратности			195	B3	2	195	П2	2	
204	Бильярдная на один стол	93,14	По кратности			185	B3	2	185	П2	2	
205	Лестничная клетка	36,19	По кратности									
206	Техническое помещение	43,02	По кратности			85	B6	2	130	П1	3	
207	Коридор	97,55	По балансу			255	B6	3,4				
208	Тренерская	45,12	По кратности			140	B6	2	290	П1	3	
209	Бытовое помещение (М)	27,82	По кратности						85	П1	3	
210	Бытовое помещение (Ж)	27,42	По кратности						85	П1	3	
211	Помещение уборочного инвентаря	10,79	По кратности			20		2				
212	Санузел	11,8	По кратности			25	B4					
213	Приёмная	25,44	По расчету			50	B5	2	75	П1	3	
214	Кабинет директора	50,16	По кратности			100	B5	2	150	П1	3	
215	Кабинет гл. бухгалтера	24,66	По кратности			50	B5	2	75	П1	3	
216	Душевая	5,03	По кратности			55	B4	10				
217	Душевая	5,03	По кратности			55	B4	10				
218	Душевая	5,03	По кратности			55	B4	10				

## 10 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Приток и вытяжка осуществляются через металлические воздуховоды, выполненные из оцинкованной стали по ГОСТ 14918-80.

Аэродинамический расчет систем вентиляции выполняют после расчета воздухообмена в помещениях и решения по трассировке воздуховодов и каналов. Для проведения аэродинамического расчета на основе архитектурно-строительной и технологической частей проекта вычерчивают аксонометрическую схему системы вентиляции, по которой определяют протяженность отдельных ее ветвей и размещают элементы сети.

Схему разбивают на отдельные расчетные участки. Расчетный участок характеризуется постоянным расходом воздуха. Потери давления на участке зависят от скорости движения воздуха и складываются из потерь на трение и потерь в местных сопротивлениях.

Намечается основное расчетное направление, представляющее собой цепочку последовательно расположенных участков от начала системы и до наиболее удаленного ответвления. При наличии нескольких цепочек, одинаковых по протяженности, за магистральное направление принимается наиболее нагруженная.

Потери давления в системе равны потерям давления в основной расчетной цепи, складывающимся из потерь давления на всех последовательно расположенных участках, составляющих цепь, и потерь давления в вентиляционном оборудовании.

Аэродинамический расчет систем вентиляции с механическим побуждением рассмотрен выше в пункте 8.3.

Расчет состоит из двух этапов: расчета участков основного направления и увязки всех остальных участков системы.



Таблица № 8 - Аэродинамический расчет механической вентиляции

№	Расчетный расход L		Размеры воздуховода									Потери давления		Рд, Па	Σξ	Z, Па	Rl+Z
	куб. м/ч	куб. м/с	l,м	d,мм	a, мм	b, мм	dэкв, мм	fоп, м2	dоп, мм	fф, м2	Vф,м/с	R,Па/м	Rl,Па				
Система П1																	
1	1870	0,52	7,72	0	600	300	400	0,12	383,92	0,18	2,89	0,25	1,92	5,00	2,9	14,49	16,41
2	150	0,04	6,31	160			160	0,01	108,73	0,02	2,09	0,42	2,63	2,61	12,96	33,86	36,49
3	130	0,04	8,82	160			160	0,01	101,23	0,02	1,81	0,32	2,84	1,96	9,85	19,33	22,17
4	780	0,22	2,1	315			315	0,05	247,95	0,08	2,80	0,31	0,66	4,70	2,9	13,64	14,30
5	310	0,09	6,52	200			200	0,02	156,32	0,03	2,76	0,53	3,44	4,57	1,15	5,26	8,70
6	470	0,13	0,9	315			315	0,03	192,47	0,08	1,69	0,13	0,11	1,71	2,9	4,95	5,06
7	170	0,05	1,75	125			125	0,01	115,76	0,01	3,87	1,71	2,99	9,01	3,9	35,13	38,12
8	300	0,08	6,43	250			250	0,02	153,77	0,05	1,71	0,17	1,10	1,75	3,9	6,84	7,93
9	150	0,04	2,565	200			200	0,01	108,73	0,03	1,34	0,14	0,37	1,07	9,7	10,38	10,75
10	1090	0,30	7,875	315			315	0,07	293,11	0,08	3,91	0,57	4,51	9,18	1,13	10,38	14,89
11	310	0,09	7,875	200			200	0,02	156,32	0,03	2,76	0,53	4,16	4,57	9,7	44,33	48,49
12	310	0,09	7,875	200			200	0,02	156,32	0,03	2,76	0,53	4,16	4,57	3,9	17,82	21,98
13	210	0,06	7,875	160			160	0,01	128,66	0,02	2,92	0,76	6,02	5,12	3,9	19,97	25,99
																	271,28
Система П2																	
1	5460	1,52	12,2	0	800	500	615	0,34	656,02	0,40	3,79	0,24	2,96	8,63	1,67	14,41	17,37
2	380	0,11	5,2	160			160	0,02	173,07	0,02	5,29	2,22	11,55	16,77	5,8	97,25	108,80
3	195	0,05	4	160			160	0,01	123,98	0,02	2,71	0,67	2,67	4,42	0,58	2,56	5,24
4	185	0,05	2,23	160			160	0,01	120,76	0,02	2,57	0,61	1,36	3,97	6,01	23,88	25,24
5	4180	1,16	6,7	0	800	500	615	0,26	574,00	0,40	2,90	0,15	1,01	5,06	1,08	5,46	6,47
6	2880	0,80	9,3	0	600	300	400	0,18	476,45	0,18	4,44	0,54	5,04	11,85	8,7	103,11	108,15
7	1850	0,51	5,9	0	500	300	375	0,11	381,86	0,15	3,43	0,37	2,16	7,04	3,4	23,94	26,10
8	790	0,22	14,6	0	400	300	343	0,05	249,54	0,12	1,83	0,13	1,92	2,01	5,7	11,44	13,36
																	310,72

Система В1																	
1	620	0,17	19,2	315			315	0,04	221,06	0,08	2,23	0,21	3,99	2,97	3,14	9,33	13,32
2	50	0,01	11,7	100			100	0,00	62,78	0,01	1,78	0,55	6,45	1,90	1,15	2,19	8,63
3	570	0,16	4,2	315			315	0,04	211,96	0,08	2,05	0,18	0,75	2,51	6,80	17,08	17,83
4	455	0,13	10,5	250			250	0,03	189,38	0,05	2,59	0,36	3,79	4,03	3,70	14,92	18,71
5	310	0,09	11,4	200			200	0,02	156,32	0,03	2,76	0,53	6,02	4,57	4,20	19,20	25,21
6	165	0,05	8,9	160			160	0,01	114,04	0,02	2,30	0,50	4,41	3,16	2,90	9,17	13,57
7	50	0,01	6,5	100			100	0,00	62,78	0,01	1,78	0,55	3,58	1,90	1,12	2,13	5,71
																	102,98
Система В2																	
1	210	0,06	7,2	125			125	0,01	128,66	0,01	4,79	2,50	17,99	13,75	3,15	43,30	61,29
2	105	0,03	5,2	100			100	0,01	90,97	0,01	3,74	2,09	10,89	8,39	2,90	24,33	35,22
3	95	0,03	3,7	100			100	0,01	86,53	0,01	3,38	1,75	6,47	6,87	2,90	19,92	26,39
																	122,90
Система В3																	
1	380	0,11	6,88	200			200	0,02	173,07	0,03	3,38	0,76	5,24	6,87	0,21	1,44	6,68
2	195	0,05	3,4	160			160	0,01	123,98	0,02	2,71	0,67	2,27	4,42	2,90	12,80	15,08
																	21,76
Система В4																	
1	205	0,06	9,8	125			125	0,01	127,12	0,01	4,67	2,39	23,45	13,10	5,66	74,14	97,59
2	165	0,05	12,52	125			125	0,01	114,04	0,01	3,76	1,62	20,27	8,49	2,90	24,61	44,88
3	50	0,01	6	100			100	0,00	62,78	0,01	1,78	0,55	3,31	1,90	6,22	11,83	15,14
																	157,60
Система В5																	
1	200	0,06	23,7	125			125	0,01	125,56	0,01	4,56	2,29	54,24	12,47	1,72	21,44	75,69
2	150	0,04	8,69	100			100	0,01	108,73	0,01	5,34	3,98	34,59	17,12	3,20	54,79	89,37
3	50	0,01	1,2	100			100	0,00	62,78	0,01	1,78	0,55	0,66	1,90	5,80	11,03	11,69
																	176,76
Система В6																	

1	480	0,13	15,2	200			200	0,03	194,51	0,03	4,27	1,16	17,62	10,96	3,20	35,06	52,69
2	140	0,04	8,69	125			125	0,01	105,05	0,01	3,19	1,20	10,47	6,11	1,15	7,03	17,49
3	340	0,09	5,39	200			200	0,02	163,70	0,03	3,03	0,62	3,36	5,50	2,10	11,55	14,90
4	255	0,07	4,2	200			200	0,02	141,77	0,03	2,27	0,37	1,56	3,09	3,10	9,59	11,15
																	96,23

## 11 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ С ЕСТЕСТВЕННЫМ ПОБУЖДЕНИЕМ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА

Расчет проведен с принятыми рекомендованными скоростями и заданным располагаемым значением давления. В этом случае:

$$P_{расп} = H_i \cdot \Delta\rho \cdot g, \quad (51)$$

где  $H_i$  - расстояние по вертикали от центра вытяжной решетки на входе воздуха в расчетное ответвление до устья вытяжной шахты;

$\Delta\rho$  - расчетная разность плотности наружного и внутреннего воздуха;

$g$  - ускорение свободного падения, равное  $9,81 \text{ м/с}^2$ .

Потери давления по основному расчетному направлению должны быть меньше  $P_{расп}$  на величину запаса 5-10%. Увязку ответвлений с основным направлением проводят с учетом разницы располагаемого давления для отдельных ответвлений.

Исходные данные вытяжной вентиляции с естественным побуждением движения воздуха: плотность воздуха  $\rho_{в} = 1,2 \text{ кг/м}^3$  при  $t_{н} = 20^{\circ}\text{C}$ ;

$$\rho_{в} = 1,27 \text{ кг/м}^3 \text{ при } t_{н} = 5^{\circ}\text{C};$$

Расчет ВЕ2

1. Выбор и расчет основного направления:

а) располагаемое давление рассчитывается по формуле (50)

$$P_{расп} = 7,5 \cdot (1,27 - 1,2) \cdot 9,81 = 5,145 \text{ Па};$$

б) основным направлением принимается участок с расходом  $L = 95 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

в) значение  $d_v$ , мм рассчитывается по формуле

$$d_v = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b}; \quad (52)$$

г) величина потерь давления на трение  $R$ , Па/м, определяется по номограмме,

[12, рис. 8.5.] при заданных значениях ( $L$ , м<sup>3</sup>/ч и  $v$ , м/с);

д)  $\beta_{\text{ш}}$  принимаем в зависимости от скорости  $U$ , м/с и шероховатости каналов  $K$ , мм. по табл. 8.6 [12, с. 96];

е) динамическое сопротивление  $P_D$ , Па, принимается по номограмме рис. 8.5. [12, с. 97];

ж) коэффициенты местных сопротивлений приняты по [7].

Расчеты приведены в таблице 12

Таблица 12 - Аэродинамический расчет естественной вытяжной вентиляции (ВЕ1,2)

№ уч	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	d, мм	f, м <sup>2</sup>	v, м/с	R, Па/м	$\beta_{ш}$ , м	$R\beta_{ш}l$ , Па	$P_{\partial}$ , Па	$\sum \zeta$ ,	z, Па	$R\beta_{ш}l + z$ , Па	$\sum R\beta_{\phi}l + z$ , Па
1	95	7,5	150 × 150	0,0225	1,17	0,35	1,42	3,73	1,4	0,8	1,12	4,85	4,85

$$\text{Запас } \frac{5,14 - 4,85}{5,14} \cdot 100 = 5,9\% \text{ - допустимая величина.}$$

### РАСЧЕТ ВЕ 3

Располагаемое давление рассчитывается по

$$P_{расч} = 7,4 \cdot (1,27 - 1,2) \cdot 9,81 = 5 \text{ Па};$$

Таблица 13 - Аэродинамический расчет естественной вытяжной вентиляции (ВЕ3)

№ уч	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	d, мм	f, м <sup>2</sup>	v, м/с	R, Па/м	$\beta_{ш}$ , м	$R\beta_{ш}l$ , Па	$P_{\partial}$ , Па	$\sum \zeta$ ,	z, Па	$R\beta_{ш}l + z$ , Па	$\sum R\beta_{\phi}l + z$ , Па
1	125	7,4	150 × 150	0,0225	0,7	0,35	1,64	4,24	0,3	0,8	0,24	4,49	4,49

$$\text{Запас } \frac{5 - 4,49}{5} \cdot 100 = 10\% \text{ - допустимая величина.}$$

## 12 РАСЧЕТ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

Воздухораспределитель представляет собой устройство, через которое воздух из приточного воздуховода поступает в помещение.

По конструктивному исполнению воздухораспределители весьма разнообразные: решетки, плафоны, сопла, перфорированные панели и воздуховоды, панели с форсунками, направляющими струю, различного рода насадки, например вихревые для подачи воздуха в помещение с малыми скоростями.

Наибольшее распространение получили приточные решетки различных геометрических форм и размеров с подвижными и неподвижными жалюзи. Они изготавливаются из разнообразных материалов. Специальные модификации решеток предназначаются для работы во влажных и агрессивных средах. В зависимости от конструкции решетки можно создать струи различных типов.

В качестве регулирующих устройств приточных решеток применяются:

- регулятор расхода (многостворчатый клапан);
- регулятор характеристик струи (от компактной до неполной веерной);
- регулятор направления (ряд специальных жалюзи, открывающихся в определенном направлении).

Некоторые конструкции решеток являются универсальными и применяются как в приточных, так и в вытяжных системах.

Устанавливаются решетки чаще всего выше обслуживаемой зоны в проемах стен в местах прокладки вентиляционных каналов. Они могут размещаться у пола и на уровне подшивного потолка для напольной раздачи и удаления воздуха.

Существуют и переточные решетки, предназначенные для перетока воздуха из одного помещения в другое: настенные, дверные, звуко- и светонепроницаемые.

Пример расчета воздухораспределения через решетки:

Расчет ведется по пособию [1.91 к СНиП 2.04.05-91\*].

Помещение лаборатории площадью  $A_n = 5.7 \times 4.2 = 24 \text{ м}^2$  и объемом  $V = 72 \text{ м}^3$ . С высотой установки потолочных решеток типа РВ 2,3 м задано поддерживать в зоне обслуживания температуру  $18 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Избытки теплоты составляют  $Q_{изб} = 23129 \text{ Вт}$  при удельных избытках  $209 \text{ Вт/м}^3$ .

Решение:

По графику на рис. 3. пособия для решетки типа РВ, отрегулированной на  $m = 5$  и  $n = 1.2$ , находим  $I_n = 5.68 \text{ м}$ .

Определяем предельную ширину одной струи:

$$B_{\max} = \frac{2 \cdot (I_n + B_n - h_{p.z.})}{m} = \frac{2 \cdot (5.68 + 3 - 1.2)}{5} = 3 \text{ м}, \quad (53)$$

где  $I_n, B_n, h_{p.z.}$  - длина помещения или его зоны в направлении распространения струи, высота помещения и высота рабочей зоны, м;  
 $m$  - скоростной коэффициент воздухораспределения.

Принимаем ширину зоны помещения, обслуживаемую одним воздухораспределителем 6. При этом число воздухораспределителей

$$N = \frac{A_n}{A_z} = \frac{24}{1.3} = 6 \text{ шт.} \quad (54)$$

Расход воздуха через каждый воздухораспределитель при  $\Delta t_{n.z} = 6 \text{ }^\circ\text{C}$ :

$$L_o = \frac{3.6 \cdot Q_{изб}}{N \cdot 1.2 \cdot \Delta t_{n.z} \cdot k_1}, \quad (55)$$

где  $Q_{изб}$  - избытки теплоты в помещении, Вт;

$N$  - количество воздухораспределителей, шт;

$\Delta t_{n.z}$  - перепад между температурами воздуха в рабочей зоне и в обслуживаемой зоне помещения,  $^\circ\text{C}$ ;

$k_1$  - коэффициент воздухообмена.

$$L_o = \frac{3.6 \cdot 23129}{6 \cdot 1.2 \cdot 6 \cdot 2} = 645 \text{ м}^3/\text{ч} (0,18 \text{ м}^3/\text{с}).$$

Расчетная площадь воздухораспределителя:



$$A_o = \left( \frac{m \cdot L_1 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{v_x \cdot x} \right)^2, \quad (56)$$

где  $m$  - скоростной коэффициент воздухораспределителя;

$L_1$  - расход воздуха, м<sup>3</sup>/ч, через каждый воздухораспределитель;

$k_1, k_2, k_3$  - соответственно коэффициенты неизотермичности, взаимодействия и стесненности струи;

$v_x$  - скорость воздуха, м/с, на оси струи в месте ее поступления в рабочую зону;

$x$  - длина струи, м.

$$A_o = \left( \frac{5 \cdot 0,18 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8}{0,3 \cdot (5,68 + 3,5 - 2)} \right)^2 = 0,11 \text{ м}^2$$

Принимаем решетку размерами 0,25 × 0,40 м с расчетной площадью 0,1 м<sup>2</sup>.

При этом скорость выпуска струи воздуха 4,11 м/с.

Допускаемая рабочая разность температур:

$$\Delta t_{\max} = \frac{0,25 \cdot t_{om} \cdot k_1 \cdot k_3 \cdot x}{k_{\text{вв}} \cdot n \cdot k_2 \cdot A_o^{0,5}}, \quad (57)$$

где  $t_{om}$  допустимое отклонение температур, °С ;

$n$  - температурный коэффициент;

$k_{\text{вв}}$  - коэффициент вариации распределения температуры по площади рабочей зоны.

$$\Delta t_{\max} = \frac{0,25 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 9,5}{1,5 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot \sqrt{0,104}} = 4,9 \text{ } ^\circ\text{C} < 6 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Выбираем решетку вентиляционную регулируемую типа РВ 250 × 250 согласно пособию 1.90 к СНиП 2.04.05-91\*.

Для воздухораспределителей остальных воздуховодов расчет проводится аналогично.

## 13 ВЫБОР ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯТОРОВ

Каждая вентиляционная сеть кроме основного оборудования комплектуется различным сетевым оборудованием и изделиями. Это заслонки воздушные унифицированные, клапаны лепестковые, клапаны воздушные регулирующие, клапаны воздушные утепленные, дроссель клапаны, клапаны обратные общего назначения, клапаны обратные взрывозащищенные и искробезопасные; зонты; дефлекторы; воздухораспределители различных типов; огнезадерживающие клапаны; клапаны дымоудаления; глушители шума вентиляционных установок; воздуховоды; гибкие вставки к центробежным вентиляторам; узлы прохода вентиляционных шахт через покрытия зданий.

### 13.1 Выбор зонтов

Общие сведения.

Зонты применяются в системах вытяжной вентиляции с естественным или механическим побуждением.

Назначение зонтов – предотвращения попадания атмосферных осадков в вентиляционные шахты. Размеры зонта выбираются по каталогу фирмы изготовления в зависимости от поперечного сечения вентиляционной шахты.

Зонты изготавливаются по конфигурации колпака – круглые и прямоугольные.

Все присоединительные размеры соответствуют нормализованному ряду воздуховодов и присоединительным размерам узлов вентиляционных шахт через покрытия зданий по серии 5.904-45.

Таблица 14 - Размеры наружных зонтов системы вентиляции

Вентиляционная установка	Размеры зонта
B1	ЗК 315
B2	ЗК 125
B3	ЗК 200
B4	ЗК 125
B5	ЗК 125
B6	ЗК 200

## 13.2 Расчет и выбор комплекта оборудования приточной камеры

### 13.2.1 Запорные и регулирующие устройства

В качестве запорных и регулирующих устройств на воздуховодах применяют шиберы, клапаны (заслонки) и направляющие аппараты.

В воздуховодах, расположенных в труднодоступных местах, используют клапаны с механическим приводом и дистанционным управлением.

Клапаны воздушные утепленные типа КВУ.

Клапаны воздушные утепленные предназначены для установки на заборе наружного воздуха в вентиляционных системах. Клапан состоит из корпуса, внутри которого на осях смонтированы поворотные лопатки (3-13 шт.). От электрического привода через систему тяг и рычагов осуществляется синхронное движение лопаток от положения “открыто” до положения “закрыто” и обратно. Каждая лопатка имеет коробчатое сечение и заполнена утеплителем.

В каждом стыке поворотных лопаток клапана установлены трубчатые электронагреватели (ТЭН) для подогрева стыков в случае смерзания лопаток. Электроподогрев должен включаться за 10-20 мин до открытия клапана и выключаться при пуске вентиляционной системы.

Исполнительный механизм – электрический однооборотный МЭО-16/63-0,25 или МЭО-40/63-0,25 с номинальным крутящим моментом на

выходном валу 16 или 40 Нм соответственно, и с номинальным временем поворота выходного вала 63 с.

Условия эксплуатации.

Клапан воздушный утепленный предназначен для регулирования количества воздуха и газовых смесей, агрессивность которых по отношению к углеродистым сталям обыкновенного качества не выше агрессивности воздуха температурой до 80 °С, с содержанием пыли и других твердых примесей в количестве не более 100 мг/м<sup>3</sup>, без присутствия в газовой смеси липких веществ и волокнистых материалов. Клапан применяется в системе кондиционирования воздуха и вентиляции низкого давления (рабочее давление до 1470 Па – 150 кгс/м<sup>2</sup>).

Клапан предназначен для эксплуатации в условиях умеренного (у) климата по ГОСТ 15150-69.

В приточных установках П1, П2, П3 устанавливаются клапаны КВУ-С.

### 13.2.2 Выбор воздушного фильтра

Необходимость в очистке воздуха, подаваемого в помещение системами приточной вентиляции, определяется его состоянием в месте забора и требованиями к его очистке в помещениях. Как правило воздух очищают в следующих целях:

- а) для уменьшения запыленности воздуха, подаваемого в вентилируемое помещение, если концентрация пыли в районе расположения здания или вблизи места забора воздуха систематически превышает установленную санитарными нормами;
- б) для защиты теплообменников, оросительных устройств, приборов автоматики и другого оборудования вентиляционных камер и кондиционеров от запыления;
- в) для предохранения ценной внутренней отделки и оборудования вентилируемых зданий от загрязнения отложениями мелкодисперсной пыли;

г) для поддержания в помещениях заданной в соответствии с технологическими требованиями чистоты воздуха.

Масляные воздушные фильтры.

Пористые слои масляных фильтров для более надежного удержания уловленной пыли смачивают вязкими жидкостями – преимущественно нефтяными маслами разных сортов. По конструкции различают самоочищающиеся и ячейковые фильтры.

Рассмотрим ячейковые масляные фильтры.

Ячейковые масляные фильтры представляют собой металлические разъемные коробки, заполненные фильтрующим слоем, масляное покрытие которого периодически обновляют. Перед этим ячейку промывают для удаления ранее уловленной пыли.

Ячейковый унифицированный фильтр ФяР состоит из рамки, заполняемой гофрированными плетеными проволочными сетками, крышки, которая плотно вставляется в рамку и закрепляется в ней при сборке выштампованными зигами на боковых стенках, и установочной рамке, в которой ячейка закрепляется с помощью пружинных защелок. Сетки укладывают так, чтобы размер их ячеек убывал в направлении движения воздуха, а гофры прилегающих сеток были перпендикулярны друг другу.

Ячейковый фильтр ФяВ отличается от фильтра ФяР только заполнением, образуемым винипластовыми гофрированными «сетками» (пленками). Фильтры ФяВ можно использовать также в незамасленном состоянии. Сухие фильтры регенерируют промывкой в воде или пневматически, что облегчает их эксплуатацию. Не рекомендуется применять сухие фильтры этого типа в условиях, когда на них передаются толчки и вибрации.

Фильтры типа Фя можно монтировать в плоские и V-образные панели. Для возможности сборки ячеек в плоские панели в стенках установочных рамок имеются отверстия. Установочные рамки присоединяют друг к другу на болтах или на заклепках, зазоры между ними уплотняют. Угол между

двумя смежными ячейками, установленными в V-образной панели, составляет  $30^\circ$ . Сопротивление при этом практически не увеличивается и может приниматься по характеристикам одиночных ячеек.

Для смачивания масляных фильтров применяют натуральные (нефтяные) и синтетические замасливатели. Вязкость замасливателей должна соответствовать температуре очищаемого воздуха, рекомендуемые температурные границы применения для замасливателей в табл. 4.6. [7, с. 83].

Если температура воздуха выше рекомендуемого значения, замасливатель разжижается: уменьшается толщина образуемых пленок, увеличивается испарение и запах. При использовании замасливателей за пределами нижних рекомендуемых границ они густеют: ухудшается отмывка панелей от пыли, замедляется осаждение частиц в ванне, увеличивается сопротивление фильтра, возможно образование сплошных пленок и усиленный вынос масла, а также разрушение привода фильтра.

Наибольшим запахом обладают маловязкие нефтяные масла, наименьшим – парфюмерное. Испаряемость и запах у глицерина меньше, чем у нефтяных масел; жидкость ПМС-200 практически не имеет запаха и не испаряется.

Выбираем для приточных установок фильтры ячейковые.

### 13.2.3 Расчет и выбор водяных калориферов

В калориферах воздух нагревают для систем вентиляции или для систем воздушного отопления.

Пластинчатые и спирально-навивные калориферы изготавливают одноходовыми с вертикальным расположением трубок.

Многоходовые пластинчатые калориферы изготавливают с горизонтальным расположением трубок.

При теплоносителе - воде следует применять многоходовые калориферы и последовательное соединение как многоходовых, так и одноходовых калориферов. Допускается параллельное соединение рядов калориферов, расположенных последовательно по ходу воздуха.

При теплоносителе - паре рекомендуется применять одноходовые калориферы.

При теплоносителе паре (перегретом или насыщенном) расчет следует производить на разность между температурой насыщенного пара и средней температурой воздуха.

Расчет площади поверхности нагрева калориферов систем вентиляции и кондиционирования воздуха, совмещенных с воздушным отоплением и запроектированных для подачи наружного воздуха в количествах, необходимых для вентиляции в течение холодного периода года в пределах, ограниченных расчетными параметрами А, рекомендуется производить:

а) при теплоносителе паре — по суммарной потребности в тепле на отопление (при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года, соответствующей расчетным параметрам Б) и на вентиляцию (при наружной температуре, соответствующей расчетным параметрам А);

б) при теплоносителе воде с качественным или количественно-качественным регулированием — по суммарной потребности в тепле на отопление (при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года, соответствующей расчетным параметрам Б) и на вентиляцию [по условной потребности, определенной также при расчетной температуре для расчетных параметров Б, при сохранении (условно) полного расчетного расхода наружного воздуха].

Действительное количество тепла, подводимого к калориферу (подпункт «б»), следует определять по сумме расходов тепла на отопление (соответствующих расходу при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года по расчетным параметрам Б) и на вентиляцию (по

расчетным параметрам А). Количество теплоносителя нужно определять с учетом условной потребности тепла, рассчитанной по п. «б».

Для сохранения постоянного расхода тепла на нагревание наружного воздуха при температуре ниже расчетной по расчетным параметрам А необходимо предусматривать уменьшение количества наружного воздуха, подаваемого системой, и регулирование теплопроизводительности калориферов изменением расходов теплоносителя или обводным клапаном.

Калориферы первого подогрева систем кондиционирования воздуха и приточных вентиляционных систем с увлажнением приточного воздуха при теплоносителе воде нужно проверять на режимы эксплуатации, соответствующие наружной температуре и температурам в точках излома графика температур воды в тепловых сетях. При необходимости следует увеличить площадь поверхности нагрева по сравнению с установленной по основному расчетному режиму.

Расчет и подбор калориферов производится в следующем порядке.

Расход тепла на нагрев воздуха определяют по формуле:

$$Q = L \cdot c \cdot \gamma (t_K - t_H), \text{ Вт}, \quad (58)$$

где  $L$  - количество нагреваемого воздуха, м<sup>3</sup>/ч;

$\gamma$  - удельный вес воздуха при температуре помещения, принимаемый по табл.

VII. 1 [2, с. 30];

$c$  - весовая теплоемкость воздуха, равная 0,28 Вт/кг °С;

$t_H$  - начальная температура воздуха, °С;

$t_K$  - конечная температура нагретого воздуха °С.

$$Q = 2430 \cdot 0,28 \cdot 1,396 (25 - (-39)) = 60790 \text{ Вт}.$$

Необходимое живое сечение в калорифере для прохода воздуха

$$f = \frac{L\gamma}{3600 \cdot \nu \cdot \gamma} = \frac{2430 \cdot 1,396}{3600 \cdot 7 \cdot 1,396} = 0,096 \text{ м}^2,$$



где  $\nu \cdot \gamma$  - весовая скорость воздуха,  $\text{кг/м}^2 \cdot \text{с}$ , принимается по экономическим соображениям в пределах  $7-10 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$ , для оребренных калориферов  $3-5 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$ .

Далее по живому сечению для прохода воздуха выбирают калориферы по табл. VII.28; VII.32; VII.36 и др. Дальнейший расчет для каждой выбранной модели калорифера проводится отдельно.

Выбираем калорифер стальной оребренный большой модели КФБО согласно табл. VII.34. (2, с.116).

По действительному живому сечению калорифера  $f_{\partial}$  данной модели уточняют весовую скорость воздуха

$$\nu \gamma = \frac{L \cdot \gamma}{3600 \cdot f_{\partial}} = \frac{2430 \cdot 1,396}{3600 \cdot 0,271} = 3,48 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}; \quad (59)$$

скорость воды в трубах калорифера

$$W = \frac{Q}{3600 \cdot 1000 \cdot f_{\partial} \delta \cdot (t_{\bar{a}} - t_{\bar{t}})}, \quad \text{м/с}, \quad (60)$$

$$W = \frac{60790}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,0163(115 - 70)} = 0,023$$

где  $f_{mp}$  - живое сечение трубок калорифера для воды,  $\text{м}^2$ ;

$t_2$  - температура горячей воды в подающей магистрали,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_0$  - температура обратной воды,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$Q$  - расход тепла на нагрев воздуха, Вт.

По табл. VII.29; VII.30 и др. для рассчитываемой модели калорифера определяют коэффициент теплопередачи и сопротивление  $K = 19,8 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ ;  $H = 8,35 \text{ кг/м}^2$ .

Далее проверяют теплоотдачу калорифера по формуле

$$Q_K = F_K \cdot K (T_{cp} - t_{cp}) \text{ Вт/ч}, \quad (61)$$

где  $F_K$  - поверхность нагрева калорифера,  $\text{м}^2$ , принимаемая по выбранному типу калорифера;

$K$  - коэффициент теплопередачи,  $\text{Вт/м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{cp}$  - средняя температура воздуха, проходящего через калорифер, °С

$$t_{cp} = \frac{t_H + t_K}{2} = \frac{-39 + 25}{2} = -7 \text{ °С},$$

$t_H$  и  $t_K$  - температура воздуха до и после калорифера, °С;

$T_{cp}$  - средняя температура теплоносителя, °С.

$$T_{cp} = \frac{t_2 + t_0}{2} = \frac{115 + 70}{2} = 92,5 \text{ °С}; \quad (62)$$

$$Q_K = 40,06 \cdot 19,8 \cdot (92,5 - (-7)) = 78922 \text{ Вт/ч.}$$

Теплоотдача калорифера должна быть больше необходимого расхода тепла на нагрев воздуха и составить не менее

$$Q_K = (1,15 \div 1,2) Q = 69908 \div 72948 \text{ Вт/ч.} \quad (63)$$

Условие выполняется, для притоков П2 и П3 расчет калорифера ведется аналогичным способом.

### 13.2.4 Выбор вентилятора и электродвигателя

Центробежные вентиляторы общего назначения применяют в системах приточно-вытяжной вентиляции, воздушного отопления и в качестве дутьевых вентиляторов отопительных котельных установок. Вентиляторы предназначены для воздуха и неагрессивных газов при температурах до 180 °С, не содержащих липких и длинноволокнистых веществ, но содержащих твердые примеси в количестве не более 150 мг/м<sup>3</sup>.

Для подбора вентилятора необходимо знать производительность и давление  $H$ .

Производительность принимается с учетом потерь или подсосов воздуха в воздуховодах равной:

$$L = K \cdot L_p = 2430 \cdot 1,1 = 2673 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (64)$$

где  $K$  - коэффициент, учитывающий потери или подсос воздуха;

$L_p$  - расчетное количество воздуха в системе в м<sup>3</sup>/ч.

Коэффициент  $K$  принимается для стальных, асбестоцементных и пластмассовых воздуховодов длиной до 50 м равным 1,1, а в остальных случаях – 1,15.

Приведенное давление  $H = 45 \text{ кг/м}^2$ , которое должен дать вентилятор и по которому производится подбор вентилятора выбирается согласно (2, с.131).

Далее расчет ведется согласно (7, с. 381).

Таблица 14 - Наименование установленных вентиляторов

Установка	Вентилятор	Марка вентилятора	Двигатель	
			Мощность, кВт	Частота, об/мин
П1	канальный	RKB 600x300 G1	0,409	1410
П2	канальный	RKB 800x500 G1	0,867	871
В1	канальный	IRE 315B	0,62	1330
В2	канальный	IRE 125B	0,099	1650
В3	канальный	IRE 200B	0,124	2540
В4	канальный	СК 125С	0,062	2480
В5	канальный	IRE 125B	0,099	1650
В6	канальный	IRE 200B	0,016	2540
В7	канальный	IN 10/4 AT	0,016	
В8	канальный	IN 10/4 AT	0,068	
В9	канальный	IN 10/4 AT		

### 13.2.5 Выбор шумоглушителя

Уровень шума является существенным критерием качества систем кондиционирования и вентиляции, что необходимо учитывать при проектировании зданий различного назначения.

При выборе допускаемых уровней шума для вентиляционных систем необходимо учитывать уровень как собственного шума в помещении, обусловленного нормальной рабочей активностью, так и шума в помещении от городского транспорта.

Для систем вентиляции считается экономически неоправданным принимать в качестве допускаемых уровни шума более чем на 5 дБ ниже уровней фактического шумового фона в помещении.

Акустический расчет глушителей шума для вентиляционных установок ведется в восьми октавных полосах со средними частотами: 62, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц.

Исходными данными для расчета служат уровни звукового давления в октавных полосах шума, создаваемые вентилятором на всасывании или нагнетании и допускаемые в помещении. Расчет ведется для каждой среднегеометрической частоты октавных полос сплошного спектра шума.

Требуемое звукопоглощение глушителя шума для каждой полосы определяется по уравнению

$$\begin{aligned} \text{Ш}_{\text{зл}} &= \text{Ш}_{\text{в}} - (\text{Ш}_{\text{к}} + \text{Ш}_{\text{м}} + B + K) \\ \text{Ш}_{\text{зл}} &= 131,3 - (0,144 + 22,1 + 9 + 71) = 29 \text{ дБ}, \end{aligned} \quad (65)$$

где  $\text{Ш}_{\text{зл}}$  - требуемое звукопоглощение глушителя шума, дБ;

$B$  - звукопоглощение помещением, дБ, принимаемое по табл. VII.60 [2, с.175];

$K$  - допускаемый уровень шума в помещении, дБ, принимаемый по табл. VII.57 и VII.59 [2, с.173];

$\text{Ш}_{\text{м}}$  - затухание шума за счет местных сопротивлений, принимаемое по листу VII.36 [2, с.168].

Затухание шума в воздухопроводе. При сечении канала  $500 \times 300$  мм, длине 1,8 м для листовой стали по номограмме листа VII.36, рис.4 [2, с.168]

$$\text{Ш}_{\text{к}} = 0,03 \frac{1,8}{0,375} = 0,144 \text{ дБ}, \quad (66)$$

где 0,375 – эквивалентный диаметр.

Уровень звукового давления вентиляторов  $\text{Ш}_{\text{в}}$  в октавных полосах шума со сплошным спектром определяется для каждой полосы по уравнению

$$\text{Ш}_{\text{в}} = \text{Ш}_{\text{в}}^{\text{о}} + \text{Ш}_{\text{о}} = 118,6 + 13 = 131,3 \text{ дБ}, \quad (67)$$

где  $\text{Ш}_{\text{о}}$  - поправка для октавных полос, принимаемая в зависимости от типа вентилятора и числа оборотов ротора по табл. VII.56, дБ (2, с.172).

Общий уровень звуковой мощности при работе вентилятора

$$\begin{aligned} \text{Ш}_\theta^0 &= A + 10 \lg L + 25 \lg H + A_p \quad \text{дБ,} \\ \text{Ш}_\theta^0 &= 38 + 10 \lg 2673 + 25 \lg 45 + 5 = 118,6 \end{aligned} \quad (68)$$

где  $L$  - производительность вентилятора, м<sup>3</sup>/сек;

$\text{Ш}_\theta^0$  - общий уровень звуковой мощности, дБ;

$H$  - полное давление, развиваемое вентилятором, кг/м<sup>2</sup>;

$A$  - постоянная величина для серии подобных вентиляторов (дБ), принимаемая по табл. VII.55 [2, с.171];

$A_p$  - поправка на отклонение режима работы вентилятора от режима при максимальной к.п.д., дБ.

Для подбора шумоглушителей определяют площадь свободного сечения шумоглушителя

$$F_{св} = \frac{L}{3600 \cdot V_\theta} = \frac{2673}{3600 \cdot 42} = 0,018 \text{ м}^2, \quad (69)$$

где  $L$  - расход воздуха, м<sup>3</sup>/ч;

$V_\theta$  - допустимая скорость воздуха в глушителе, принимаемая в зависимости от уровня звукового давления [2, с.175].

Длина шумоглушителя

$$l_{\text{гл}} = \frac{\text{Ш}_{\text{гл}}}{\text{Ш}_{\text{уд.гл}}} = \frac{29}{5,5} = 5,27, \quad (70)$$

где  $\text{Ш}_{\text{гл}}$  - необходимые звукопоглощение глушителя;

$\text{Ш}_{\text{уд.гл}}$  - удельное звукопоглощение 1 м шумоглушителя, принимаемое по табл. VII.61 (2, с.175), исходя из необходимой площади свободного сечения  $F_{св}$ .

По табл. VII.62 наибольшая длина шумоглушителя получается для октавной полосы 62 гц  $l_{\text{гл}} = 5,5$  м.

Принимаем шумоглушитель трубчатый квадратный длиной 5,5 м.

Размеры  $A = 200 \text{ мм}, H = 100 \text{ мм}, b = 100 \text{ мм}$ .

Для приточной установки П2 расчет шумоглушителей ведется аналогичным образом.

Воздуховоды в вент камерах изолируются матами минераловатными толщиной 40 мм по ГОСТ 21880-94 и покрываются стеклопластиком рулонным по ТУ 6-11-145-80.

# 14 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

<b>Группа</b>		<b>ФИО</b>	
3-5Б13		Лемза Николай Леонидович	
<b>Институт</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ТПТ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	Промышленная теплоэнергетика
<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>			
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>		1. <i>Проект системы отопления и вентиляции физкультурно-оздоровительного комплекса. Проектировщик – инженер Руководитель – старший преподаватель.</i>	
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>		2. <i>Принять на основании произведенных расчетов и из анализа отчетов объекта исследования</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>		3. <i>Социальные отчисления 30% Районный коэффициент 30%</i>	
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>			
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>		1. <i>Формирование плана разработки проекта</i>	
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>		2. <i>Расчет затрат на проектирование.</i>	
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>		3. <i>Эксплуатационные расходы</i>	
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>			14.04.2016г.

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры менеджмента	Кузьмина Наталья Геннадьевна			14.04.2016г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б13	Лемза Николай Леонидович		14.04.2016г.



Затраты рассчитываются по следующим элементам расходов с последующим суммированием:

1. Затраты на оплату труда.
2. Отчисления на социальные нужды (единый социальный налог).
3. Амортизация основных фондов и нематериальных активов.
4. Прочие затраты.
5. Материальные затраты
6. Накладные расходы

Затраты на проект:

$$K_{\text{ПР}} = I_{\text{МАТ}} + I_{\text{АМ}} + I_{\text{ЗП}} + I_{\text{СО}} + I_{\text{ПР}} + I_{\text{НР}}$$

где

$I_{\text{МАТ}}$  - затраты на материалы, руб.;

$I_{\text{АМ}}$  - амортизационные отчисления, руб.;

$I_{\text{ЗП}}$  - затраты на заработную плату, руб.;

$I_{\text{СО}}$  - социальные отчисления, руб.;

$I_{\text{ПР}}$  - прочие затраты, руб.;

$I_{\text{НР}}$  - накладные расходы, руб.;

Затраты на оплату труда

Проект выполняют совместно руководитель и исполнитель. Расчеты по проекту приведенные в таблице 15 выполняются совместно руководителем и исполнителем.

Таблица 15 – График выполнения проекта

№ п/п	Содержание работы	Продолжительность, днях	Исполнители
1	Составление и выдача задания	3	НР, И
2	Выбор системы вентиляции	9	И
3	Аэродинамический расчет систем вентиляции	12	И
4	Подбор оборудования для систем вентиляции	8	И
5	Расчет кондиционирования	12	И
6	Выбор оборудования для систем кондиционирования	8	И
7	Разработка системы автоматизации	7	И
8	Разработка рабочих чертежей	7	И
9	Составление отчета	4	НР, И
Итого		70	

Р – научный работник, И – инженер

Итого научный работник работает 7 дней инженер 10р 70 дней

При выполнении проекта заработная плата рассчитывается.

Месячная заработная плата научного работника. Оклад 23300 (руб./чел)/мес.; Кот – коэффициент, учитывающий отпуск 1,1; КРК – районный коэффициент 1,3 . Исоц социальные отчисления 30%. Доплата доценту 2200 р.

$$З_{осн} = (Оклад \cdot Кот + Д) \cdot КРК = (23300 \cdot 1.1 + 2200) 1,3 = 36179 \text{ руб./мес.}$$

Научный работник работает 4 дня. В месяце 21 рабочих дня. Значит зар. плата руководителя составит:

$$З_{рук} = (36179 / 21) \cdot 7 = 12059.6 \text{ руб.}$$

$$ОСЦ = 30\%(12059,6) = 3617,9 \text{ руб}$$

Месячная заработная плата инженера 10р. Оклад 14500 (руб./чел)/мес.; Кот – коэффициент, учитывающий отпуск 1,1; КРК – районный коэффициент 1,3 . Исоц социальные отчисления 30%. Доплата доценту 1900 р.

$$З_{осн} = (Оклад \cdot Кот + Д) \cdot КРК = (14500 \cdot 1.1 + 1900) 1,3 = 23205 \text{ руб./мес.}$$

Инженер работает 70 дней. В месяце 21 рабочих дня. Значит зар. плата составит:

$$З_{исп} = (23205 / 21) \cdot 70 = 77350 \text{ руб.}$$

$$\text{ОСЦ} = 30\% (77350) = 23205 \text{ руб}$$

$$ЗП_{осн} = З_{рук} + З_{исп} = 12059.6 + 77350 = 89409.6 \text{ руб./мес.}$$

$$\text{ОСЦ} = 23205 + 3617,9 = 26822,9 \text{ руб}$$

#### Амортизация основных фондов и нематериальных активов

Отражает сумму амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, рассчитанную исходя из балансовой стоимости и утвержденных норм амортизации.

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютер) и печатающее устройство (принтер), таблица 16.

Таблица 16 - Основные фонды при выполнении проекта

Вид техники	Количество	Общая стоимость	Норма амортизации
Компьютер	1	3000	20%
Принтер	1	15000	20%

Амортизационные отчисления найдем по формуле:

$$И_{AM} = \Phi \cdot H_{AM} \cdot \frac{T}{12}$$

где  $\Phi$  – стоимость основных фондов;  $H_{AM}$  – норма амортизации;

$$H_{AM} = \frac{1}{T_{сл}} \cdot 100\%$$

$$H_{AM} = \frac{1}{5} \cdot 100\% = 20\%$$

где  $T_{сл}$  – срок службы; принимаем  $T_{сл}=5$  лет (компьютер),  $T_{сл}=5$  лет (принтер).  $T$  – время использования основных фондов.

$$И_{AM}^{КОМП} = 30000 \cdot 0,20 \cdot \frac{70}{365} = 1150.685 \text{ руб.}$$

$$I_{AM}^{IPP} = 15000 \cdot 0,2 \cdot \frac{70}{365} = 575.4 \text{ руб.}$$

Сумма амортизационных отчислений по основным фондам:

$$I_{AM.OCH}^{\Sigma} = I_{AM}^{КОМП} + I_{AM}^{IPP} = 1150.68 + 575.4 = 1726.8 \text{ руб.}$$

При выполнении проекта используются следующие программные продукты: Microsoft Office 2010, AutoCAD 2010 Commercial SLM, Herz C.O. версия 3.59 (программа для аэродинамического расчета системы вентиляции) (таблица 16).

Таблица 16 – Программные продукты, используемые при выполнении проекта

Вид продукта	Стоимость	Норма амортизации
Microsoft Office 2010	7000	25%
AutoCAD 2010 Commercial SLM	10000	
Herz C.O. версия 3.0	2000	

Амортизация нематериальных активов:

$$I_{AM}^{ПРОГ} = \sum C \cdot H_{AM} \cdot \frac{T}{12} = (7000 + 10000 + 2000) \cdot 0,25 \cdot \frac{70}{365} = 910.9 \text{ руб.}$$

$$H_{AM} = \frac{1}{T_{cl}} \cdot 100\% = \frac{1}{4} \cdot 100\% = 25\%$$

Суммарные амортизационные отчисления:

$$I_{AM}^{\Sigma} = I_{AM.OCH}^{\Sigma} + I_{AM}^{ПРОГ} = 1726.08 + 910.9 = 2636.98 \text{ руб.}$$

Материальные затраты

При проектировании системы вентиляции и кондиционирования воздуха использованы следующие материалы: листы бумаги, ж карандаши на сумму 800 р

Прочие затраты

К прочим затратам себестоимости проекта относятся налоги, , оплата электрической и тепловой энергии, вознаграждения за изобретения и

рационализаторские предложения, затраты на командировки и т.д. Прочие затраты рассчитаем как 10% от суммы материальных затрат, затрат на заработную плату и отчислений на социальные нужды и амортизационных отчислений:

$$I_{\text{ПР}} = 0,1 \cdot (I_{\text{МАТ}} + I_{\text{АМ}} + I_{\text{ЗП}} + I_{\text{СО}}) = \\ = 0,1 \cdot (800 + 2636,98 + 89409,6 + 26822,9) = 11966,9 \text{ руб.}$$

#### Накладные расходы

При выполнении проекта в стоимости проекта учитываются накладные расходы, включающие в себя затраты на аренду помещений, оплату тепловой и электрической энергии, затраты на ремонт зданий и сооружений, заработную плату административных сотрудников и т.д. Накладные расходы рассчитываются как 200% от затрат на оплату труда.

$$I_{\text{НР}} = 2 \cdot I_{\text{ЗП}}^{\Sigma} = 2 \cdot 89409,6 = 178819,2 \text{ руб.}$$

Полученные результаты по всем пунктам занесем в таблицу 18.

Таблица 18 - Смета затрат

Элементы затрат	Сумма затрат, руб.
1 Затраты на оплату труда+ доп зар. плат	89409,6
2 Отчисления на социальные нужды	26822,9
3 Амортизация основных фондов и нематериальных активов	2636,98
4 Прочие затраты	11966,9
5 Накладные расходы	178819,2
6 Материальные затраты	800
7 Итого себестоимость разработки	310455,58

Итого себестоимость разработки : 310455,58

Расчет капитальных затрат систему кондиционирования с учетом монтажа и доставки приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет капитальных затрат систему кондиционирования с учетом монтажа и доставки.

Наименование помещения	Обозначение системы	Кол-во	Цена с учетом монтажа и доставки, тыс. руб.	Стоимость, тыс. руб.
Зал для настольного тенниса	K1-K12	12	34	408
Инвентарная	K13-K14	2	38	76
Кабинет врача	K15-K17	3	25	75
Входной тамбур	K18-K21	4	38	152
Коридор	K22-K23	2	34	68
Тренерская	K 24	1	34	34
Бытовое помещение (М)	K25-K27	3	34	102
Бытовое помещение (Ж)	K 28-K29	2	38	76
Приёмная	K30-K32	3	34	102
Бильярдная на один стол	K33-K41	9	38	342
				1435

Затраты на эксплуатацию системы вентиляции и кондиционирования.

Годовые эксплуатационные затраты на эксплуатацию системы вентиляции и кондиционирования включают в себя: амортизационные отчисления на кондиционирование ( $A_{кон}$ ) и вентиляции ( $A_{вент}$ ), затраты на электроэнергию ( $I_{элект.}$ ), затраты на заработную плату ( $I_{з.п.}$ ), издержки на текущий ремонт системы кондиционирования ( $I_{тр.кон}$ ) и вентиляции ( $I_{тр.вент.}$ ), затраты на замену фильтров ( $I_{пр}$ ).

Для системы кондиционирования:

$$I_{отоп}^{год} = A_{кон} + I_{эл} + I_{з.п.} + I_{тр.кон.}, \text{ руб/год}$$

Для системы вентиляции:

$$I_{вент}^{год} = A_{вент} + I_{элект} + I_{з.п.} + I_{тр.вент} + I_{пр}, \text{ руб/год}$$

Годовой расход электроэнергии на систему кондиционирования:

$$\mathcal{E}_{эл} = 365 \cdot N_i \cdot \tau_o, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

где  $N_i$  – потребление всеми кондиционерами [см. табл. 18], кВт;  $\tau_o$  – продолжительность работы часов в сутки, ч; Время работы 160 дней  
 $\mathcal{E}_{эл} = 16 \cdot 112,5 \cdot 160 = 288000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ .

Таблица 19 – Потребление электроэнергии кондиционерами

Наименование помещения	Обозначение системы	Потребление единицы, кВт ч	Ко л-во	Потребление , кВт ч
Зал для настольного тенниса	K1-K12	2,4	12	28,8
Инвентарная	K13-K14	3,3	2	6,6
Кабинет врача	K15-K17	2	3	6
Входной тамбур	K18-K21	3,3	4	13,2
Коридор	K22-K23	2,4	2	4,8
Тренерская	K 24	2,4	1	2,4
Бытовое помещение (М)	K25-K27	2,4	3	7,2
Бытовое помещение (Ж)	K 28-K29	3,3	2	6,6
Приёмная	K30-K32	2,4	3	7,2
Бильярдная на один стол	K33-K41	3,3	9	29,7
Итого				112,5

Годовой расход электроэнергии на систему вентиляции:

$$\mathcal{E}_{эл} = 365 \cdot N_i \cdot \tau_o, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

где  $N_i$  – потребление всеми вентиляторами системы вентиляции [см. табл. 20], кВт;  $\tau_o$  – продолжительность работы часов в сутки, ч; Время работы 184 дня  $\mathcal{E}_{эл} = 16 \cdot 51,185 \cdot 184 = 150688,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ .

Таблица 20 – Потребление электроэнергии системой вентиляции

Обозначение системы	Наименование помещения	Тип установки агрегата	Электродвигатель	
			N, кВт	n, об/мин
<b>ПВ1 (приток)</b>	Зал для настольного тенниса	Ballu Machine Grandair 20	5.73	1585
<b>ПВ1 (вытяжка)</b>	Зал для настольного тенниса	Ballu Machine Grandair 20	5.56	1585
<b>ПВ2 (приток)</b>	Зал для настольного тенниса	Ballu Machine Grandair 20	5.95	1745
<b>ПВ2 (вытяжка)</b>	Зал для настольного тенниса	Ballu Machine Grandair 20	6.2	1745
<b>ПВ3 (приток)</b>	Зал для настольного тенниса	Ballu Machine Grandair 20	5.69	1745
<b>ПВ3 (вытяжка)</b>	Зал для настольного тенниса, 3 этаж	Ballu Machine Grandair 20	5.79	1745
<b>ПВ4 (приток)</b>	Зал для настольного тенниса	Ballu Machine Grandair 3	0.84	4600

<b>ПВ4</b> (вытяжка)	Зал для настольного тенниса этаж	Ballu Machine Grandair 3	0.85	4600
<b>П5</b>	Инвентарная	RK500x300 B3	0.72	1260
<b>В5</b>	Кабинет врача	RK600x300F3	2.065	1355
<b>П6</b>	Входной тамбур	RK500x300B3	0.72	1260
<b>В6</b>	Коридор	RK400x200C3	0.375	1185
<b>П7</b>	Тренерская	SAU 200B3	0.105	
<b>В7</b>	Бытовое помещение (М)	RK400x200C3	0.375	1185
<b>П8</b>	Бытовое помещение (Ж)	RK600x300F3	1.675	1305
<b>В8</b>	Приёмная	СК250С	0.185	2420
<b>В9</b>	Бильярдная на один стол	RK500x300 B3	0.72	1260
<b>В10</b>	Инвентарная	RK600x300 F3	1.675	1305
<b>В11</b>	Инвентарная	RK600x300 F3	1.675	1305
<b>В12.1-В12.3</b>	Инвентарная	SERF-850-125(FUA-2100)	0.75	2800
<b>В13</b>	Тренерская	СК160С	0.1	2480
<b>В14</b>	Кабинет врача	BP85-77	0.25	1500
<b>В15</b>	Инвентарная	RK500x300 B3	0.72	1260
<b>В16</b>	Тренерская	RK600x300 F3	1.675	1305
<b>В17</b>	Кабинет врача	RK500x300 B3	0.72	1260
<b>В18</b>	Кабинет врача	СК100С	0.07	2460
Итого			51,185	

## 2) Годовые затраты на электроэнергию:

$$I_{\text{элек}} = \mathcal{E}_{\text{эл}} \cdot K_{\text{эл}} \cdot C_{\text{э}} \text{ руб/год.}$$

где  $\mathcal{E}_{\text{эл}}$  – годовое потребление электроэнергии системами вентиляции и кондиционирования, кВт час/год; [5];  $K_{\text{эл}}$  – коэффициент использования установленной мощности электродвигателей (0,6) систем кондиционирования и вентиляции, [5];  $C_{\text{э}}$  – цена (тариф) одного кВт·час.

$$I_{\text{элект}} = (150688,6 + 288000) \cdot 0,6 \cdot 6,97 = 1834595 \text{ руб/год.}$$

$$I_{\text{кон}} = (150688,6) \cdot 0,6 \cdot 6,97 = 630179,72 \text{ руб/год.}$$

$$I_{\text{вент}} = (288000) \cdot 0,6 \cdot 6,97 = 1204416 \text{ руб/год.}$$

Годовые амортизационные отчисления определяются как сумма отчислений от стоимости общестроительных работ и от стоимости оборудования с монтажом (руб./год):

$$A_{\text{от}} = \frac{\alpha_{\text{н}}^{\text{об}}}{100} K_{\text{об}} \text{ руб/год.}$$



где  $\alpha_n^{об}$  – норма амортизации оборудования с монтажом; для системы кондиционирования принимается равной 3,4 %; для системы вентиляции равной 10,0.

1) Для системы кондиционирования:

$$A_{от} = \frac{3,4}{100} \cdot 1435000 = 48790 \text{ руб/год.}$$

где  $K_{об}$  – стоимость оборудования для системы отопления с монтажом, руб.

Расчет представлен в таблице 20

Для системы вентиляции:

$$A_{вент.} = \frac{10}{100} \cdot 2112248,25 = 211224,8 \text{ руб/год.}$$

где  $K_{об}$  – стоимость оборудования для системы вентиляции с монтажом и доставкой, руб. Расчет представлен Приложении 1.

3) Годовые затраты на заработную плату.

По статье «заработная плата с начислениями» подсчитывается основная и дополнительная заработная плата с начислениями только эксплуатационного персонала (1 рабочий системы кондиционирования + 1 системы вентиляции). Определяются по формуле:

$$И_{з.п} = n \cdot (Z_{ср.г.оклад} (1 + K_{прем}) KPK + И_{соц}) \text{ руб/мес.}$$

где  $Z_{ср.год}$  – среднегодовая заработная плата оклад 32000 (руб./чел)/мес;

$K_{прем}$  – коэффициент премий 5% к окладу;  $KPK$  – районный коэффициент 1,3.  $И_{соц}$  социальные отчисления 30% от  $Z_{ср.г.оклад} (1 + K_{прем}) KPK = 43680$

(руб./чел)/мес

$ОСЦ = 43680 \cdot 0,3 = 13104 \text{ руб}$

$$И_{з.п} = 2(32000(1 + 0,05)1,3 + 13104) = 113568 \text{ руб/мес.}$$

(13104 руб./чел)/год социальные отчисления в размере 30%))

За 12 месяцев  $И_{з.п} = 113568 \cdot 12 = 1\,362\,816 \text{ руб/мес}$

На одну систему  $1\,362\,816 / 2 = 681\,408 \text{ руб}$

4) Годовые затраты на текущий ремонт приняты равными 90 % от затрат на амортизацию оборудования:

$$I_{m.p} = 0,9 \cdot I_a \text{ руб./год.}$$

Тогда для системы кондиционирования:

$$I_{m.p.от} = 0,9 \cdot 48790 = 43911 \text{ руб./год.}$$

Для системы вентиляции:

$$I_{m.p.от} = 0,9 \cdot 211224,8 = 190102,3 \text{ руб./год.}$$

5) Прочие издержки

Расходы на замену фильтров системы кондиционирования:

$$I_{np.} = \frac{C_{фил.} \cdot 365}{\tau_{рег.}} \text{ руб}$$

где  $C_{фил.}$  – цена фильтра по данным ООО “Водяной”, руб.;  $\tau_{рег.}$  – периодичность замены фильтрующего элемента, дней.

$$I_{np} = \frac{200 \cdot 365}{150} = 486,6 \text{ руб.}$$

Расходы на замену фильтров системы вентиляции:

$$I_{np.} = \frac{C_{фил.} \cdot 365}{\tau_{рег.}} \text{ руб}$$

где  $C_{фил.}$  – цена фильтра по данным ООО “Водяной”, руб.;  $\tau_{рег.}$  – периодичность замены фильтрующего элемента, дней.

$$I_{np} = \frac{1350 \cdot 365}{150} = 3285 \text{ руб.}$$

Тогда годовые эксплуатационные затраты на системы кондиционирования и вентиляции составляют:

для системы кондиционирования по формуле:

$$I_{кон}^{год} = 48790 + 630179,7 + 681408 + 43911 + 486,6 = 1404775,3 \text{ руб./год для}$$

системы вентиляции по формуле:

$$I_{год} = 211224,8 + 513216 + 681408 + 190102,3 + 3285 = 2290436,1 \text{ руб./год}$$

В результате выполненных расчетов установлено, что суммарные затраты на эксплуатацию системы вентиляции и кондиционирования составляют 3695211,4 руб./год. Из них 1404775,3 руб./год приходится на систему кондиционирования, на вентиляцию 2290436,1 руб./год. Основная доля затрат приходится на оплату электроэнергии и оплату труда эксплуатационному персоналу. В целом проектируемые системы считаются эффективными так, как используются современные и эффективные комплектующие.

## 15 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В данном разделе дипломной работы рассматриваются вопросы, относящиеся к технике безопасности при работе инженера проектировщика систем вентиляции и кондиционирования воздуха и другие вопросы социальной направленности.

### 15.1 Производственная безопасность

#### 15.1.1 Мероприятия по безопасности при проведении проектных работ

Научно-технический прогресс внес серьезные изменения в условия производственной деятельности работников умственного труда. Их труд стал более интенсивным, напряженным, требующим значительных затрат умственной, эмоциональной и физической энергии. С развитием научно-технического прогресса немаловажную роль играет возможность безопасного исполнения людьми своих трудовых обязанностей. В связи с этим была создана и развивается наука о безопасности труда и жизнедеятельности человека.

Цель и содержание работ по обеспечению промышленной безопасности:

- обнаружение и изучение факторов окружающей среды, отрицательно влияющих на здоровье человека;
- ослабление действия этих факторов до безопасных пределов или исключение их, если это возможно;
- ликвидация последствий катастроф и стихийных бедствий.

Круг практических задач работ по обеспечению промышленной безопасности прежде всего обусловлен выбором средств, обеспечивающих комфортное состояние среды жизнедеятельности. Охрана здоровья трудящихся, обеспечение безопасности условий труда, ликвидация профессиональных заболеваний и производственного травматизма составляет одну из главных забот человеческого общества. Обращается внимание на необходимость широкого применения прогрессивных форм

научной организации труда, сведения к минимуму ручного, малоквалифицированного труда, создания обстановки, исключая профессиональные заболевания и производственный травматизм.

На рабочем месте должны быть предусмотрены меры защиты от возможного воздействия опасных и вредных факторов производства. Уровни этих факторов не должны превышать предельных значений, оговоренных правовыми, техническими и санитарно-техническими нормами. Эти нормативные документы обязывают к созданию на рабочем месте условий труда, при которых влияние опасных и вредных факторов на работающих либо устранено совсем, либо находится в допустимых пределах.

#### 15.1.2 Воздействие электростатического поля при работе с ПЭВМ

Неприятности, вызванные электростатическим полем, связаны с пылью, накапливающиеся в электростатически - заряженных экранах, которая летит на оператора во время его работы за монитором.

Потенциал инженера - проектировщика служит решающим фактором при осаждении частиц пыли на поверхности тела, что в свою очередь, может служить причиной кожных заболеваний, порчи контактных линз и других вредных воздействий. Эксперты полагают, что низковольтный электромагнитный разряд способен изменять и прерывать клеточное развитие. Допустимое значение электростатического потенциала экрана видеомонитора составляет 500 В (СанПиН 2.2.2.542-96).

#### 15.1.3 Воздействие электромагнитного поля на инженера – проектировщика

Электромагнитное поле (ЭМП) создается магнитными катушками отклоняющей системы, находящимися около цокольной части электроннолучевой трубки монитора, ЭМП обладает способностью биологического, специфического и теплового воздействия на организм

человека. Допустимое значение напряженности электрического поля составляет:

в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц – 25 В/м;

в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц – 2,5 В/м.

Плотность магнитного потока составляет:

в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц – 250 нТл;

в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц – 25 нТл.

Напряженность электростатического поля: 15 В/м (СанПиН 2.2.2.4.1340-03).

Биологическое воздействие ЭМП зависит от длины волны, интенсивности, продолжительности режимов воздействия, размеров и анатомического строения органа, подвергающегося влиянию ЭМП. Механизм нарушений, происходящих в организме под влиянием ЭМП, обусловлен их специфическим и тепловым действием.

Специфическое воздействие ЭМП обусловлено биохимическими изменениями, происходящими в клетках- и тканях. Наиболее чувствительными являются центральная и сердечно-сосудистая системы.

Тепловое воздействие ЭМП характеризуется повышением температуры тела, локальным избирательным нагревом тканей, органов, клеток вследствие перехода ЭМП в тепловую энергию. Интенсивность нагрева зависит от скорости оттока тепла от облучаемых участков тела.

#### 15.1.4 Воздействие на инженера - проектировщика светового потока и отраженного света

Правильно спроектированное и выполненное производственное освещение улучшает условия зрительной работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности труда, благотворно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный расчет освещенности.

Существует три вида освещения - естественное, искусственное и совмещенное (естественное и искусственное вместе).

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное. Рабочее освещение, в свою очередь, может быть общим или комбинированным. Общее - освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно или применительно к расположению оборудования. Комбинированное - освещение, при котором к общему добавляется местное освещение.

Согласно нормам (СНиП 23-05-95) в помещениях вычислительных центров применяется система комбинированного освещения.

Световой поток падает на экран монитора и отражается от него. Одновременно экран монитора излучает ЭМП в видимой части спектра. Поскольку векторы линейной поляризации светового потока отраженного от экрана, и видимой области спектра совпадают, в результате интерференции этих двух световых потоков происходит усиление амплитуды результирующей светового потока, что в свою очередь, проявляется в снижении контрастности, появления бликов. Подобное воздействие вызывает усталость глазной мышцы и в последствии могут стать причиной близорукости (СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03).

Расчет искусственного освещения.

Метод удельных мощностей.

Удельной мощностью называют отношение общей мощности ламп к освещаемой площади:

$$\omega = P / S$$

Габариты кабинета проектировщика:

- ширина  $A = 4$  м;
- длина  $B = 6,5$  м..

Минимальная освещенность:

$$E_m = 300 \text{ лк}, [\text{СНиП 23-05-95}];$$

Коэффициент запаса

$$k = 1,5;$$

Используются люминесцентные светильники ОД-2-40. Рабочая освещенность:

$$E_p = E_m \cdot k = 300 \cdot 1,5 = 450 \text{ лк}$$

Расстояние между потолком и подвешенной лампой:

$$h_c = 0,15 \text{ м};$$

Высота рабочей поверхности над полом:

$$h_p = 1,1 \text{ м};$$

Высота освещаемого пространства:

$$h = H - h_p - h_c = 3 - 0,15 - 1,1 = 1,75 \text{ м}$$

Площадь освещаемой поверхности:

$$S = A \cdot B = 4 \cdot 6,5 = 26 \text{ м}^2$$

Некоторые характеристики люминесцентного светильника:

- ширина - 266 мм;
- длина- 1230 мм;
- мощность -  $40 \cdot 2 = 80$  Вт;
- напряжение в сети - 220 В.

Мощность одного светильника ОД:

$$P_1 = 40 \cdot 2 = 80 \text{ Вт}$$

Удельная мощность:

$$\omega = 7,5 \text{ Вт} / \text{м}^2;$$

Общая мощность ламп:



$$P=26 \cdot 7,5=195 \text{ Вт}$$

Число ламп:

$$n = P / P_1 = 195 / 80 = 3;$$

Метод коэффициента использования:

$$F = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{\eta \cdot n}$$

где F - световой поток каждой лампы, лм;

E минимальная освещенность, лк;

k - коэффициент запаса;

S - площадь помещения, м<sup>2</sup>;

n - число ламп;

$\eta$ -коэффициент светового потока;

z - коэффициент неравномерности освещения;

$$I = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{26}{1,75 \cdot (4 + 6,5)} = 1,8$$

$\eta = 0,58$  [14, табл.8];

$$F = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 26 \cdot 0,9}{3 \cdot 0,58} = 6050 \text{ лм.}$$

Вывод: Световой поток для каждой лампы составляет 3100лм, следовательно, для общего освещения принимаем люминесцентные лампы холодного белого по спектральному составу видимого света.

#### 15.1.5 Создание благоприятных условий труда на рабочем месте

Технологический процесс обработки информации и хранения технических носителей требует высокой культуры производства, особой чистоты воздуха производственной среды, запыленность и загазованность отрицательно влияют на точность и надежность работы электронного оборудования, а также качество технических носителей, необходима защита от пылеобразования, оптимальные параметры микроклимата приведены в таблице 15.1.

Таблица 15.1 – Параметры микроклимата для помещений с ПЭВМ

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный и переходный	Температура воздуха в помещении	22 – 24 °С
	Относительная влажность	40 – 60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23 – 25°С
	Относительная влажность	40 – 60 %
	Скорость движения воздуха	0,1 – 0,2 м/с

Одним из неблагоприятных факторов производственной среды является высокий уровень шума, создаваемый печатными устройствами, оборудованием для кондиционирования воздуха, вентиляторами систем охлаждения в самих ЭВМ. Для решения вопросов о необходимости и целесообразности снижения шума необходимо знать уровни шума на рабочем месте.

Уровень шума, возникающий от нескольких некогерентных источников, работающих одновременно, подсчитывается на основании принципа энергетического суммирования излучений отдельных источников:

$$L = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n (10^{0.1 \cdot L_i}), \text{ дБ}$$

где  $L_i$  – уровень звукового давления  $i$ -го источника шума;

$n$  – количество источников шума.

Полученные результаты расчета сравниваются с допустимым значением уровня шума для данного рабочего места. Если результаты расчета выше допустимого значения уровня шума, то необходимы специальные меры по снижению шума. К ним относятся: облицовка стен и потолка зала звукопоглощающими материалами, снижение шума в источнике, правильная планировка оборудования и рациональная организация рабочего места оператора.

Уровни звукового давления источников шума, действующих на оператора на его рабочем месте, представлены в таблице 15.2.

Таблица 15.2 – Уровни звукового давления различных источников

Источник шума	Уровень шума, дБ
Жесткий диск	40
Вентилятор	45
Монитор	17
Клавиатура	10
Принтер	45
Сканер	42

Рабочее место инженера - проектировщика оснащено следующим оборудованием:

винчестер в системном блоке, вентилятор(ы) систем охлаждения ПК, монитор, клавиатура, принтер и сканер.

Подставив значения уровня звукового давления для каждого вида оборудования в формулу, получим:

$$L = 10 \cdot \lg(10^{0,140} + 10^{0,145} + 10^{0,117} + 10^{0,110} + 10^{0,145} + 10^{0,142}) = 49,5, \text{ дБ}$$

Полученное значение не превышает допустимый уровень шума для рабочего места оператора, равный 50 дБА (ГОСТ 12.1.003–83 с изм. 1999 г.). И если учесть, что вряд ли такие периферийные устройства как сканер и принтер будут использоваться одновременно, то эта цифра будет еще ниже. Кроме того, при работе принтера непосредственное присутствие оператора необязательно, т.к. принтер снабжен механизмом автоподачи листов.

#### 15.1.6 Электробезопасность при работе на ПЭВМ

Электрические установки это большая потенциальная опасность для человека.

Специфическая опасность электроустановок в следующем: токоведущие проводники, корпуса стоек ЭВМ и прочего оборудования оказавшегося под напряжением в результате повреждения изоляции, не

подают каких-либо сигналов, которые предупреждали бы об опасности. Реакция человека на электрический ток возникает лишь при протекании тока через тело.

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация обслуживания действующих установок.

Во время работ в электроустановках для предупреждения электротравматизма очень важно проводить соответствующие организационные и технические мероприятия.

Особые требования предъявляются к обеспечению электробезопасности пользователей, работающих на персональных компьютерах. К их числу относятся следующие:

- все узлы одного персонального компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должны питаться от одной фазы электросети;
- корпуса системного блока и внешних устройств должны быть заземлены радиально с одной общей точкой;
- для отключения компьютерного оборудования должен использоваться;
- отдельный щит;
- все соединения ПЭВМ и внешнего оборудования должны производиться при отключенном электропитании.

Известно, что поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через тело человека, т. е. при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках. При этом повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, является опасным фактором. Рассматриваемое, помещение относится к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током, т.к. характеризуется отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность: все провода изолированы, осуществлено заземление электропроводки,

помещение сухое следовательно отсутствует среда разрушающая изоляцию проводки.

#### 15.1.7 Пожарная безопасность

Пожар – это неконтролируемое горение во времени и пространстве; Пожар наносит материальный ущерб и создает угрозу жизни и здоровью человека.

Опасными факторами пожара являются:

- открытый огонь и искры;
- повышенная температура воздуха и окружающих предметов;
- токсичные продукты горения;
- пониженная концентрация кислорода в воздухе;
- обрушение и повреждение зданий, сооружений, установок.

В современных ЭВМ очень высока плотность размещения электронных схем.

В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, коммуникационные кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 80-100 °С. При этом возможно оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение, и, как следствие, короткое замыкание, сопровождаемое искрением, которое ведет к недопустимой перегрузки элементов электронных схем. Они, перегреваясь, сгорают, разбрызгивая искры. Напряжение к электроустановкам подается по кабельным линиям, которые представляют собой особую пожарную опасность. Наличие горячего изоляционного материала, вероятных источников зажигания в виде электрических искр и дуг, разветвленность и труднодоступность делают кабельные линии местом наиболее вероятного возникновения и развития пожара. Все эти опасности требуют соответствующих мер пожарной профилактики.

Пожарная профилактика - это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничения его распространения, а также на создания условий для успешного тушения пожара.

Помещение проектировщика по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Д, так как отсутствуют возгораемые материалы (НПБ 105-2003).

Горящие электропроводку и электроприборы можно тушить только углекислотными или порошковыми огнетушителями.

В помещении имеется пороговая сигнализация с радиальными шлейфами. В этой системе каждый пожарный извещатель (датчик) имеет прошитый еще на заводе производителе порог срабатывания. Например, тепловой извещатель сам примет решение о пожаре и сработает только при достижении определенной температуры, подав при этом сигнал. Место возгорания можно установить только с точностью до шлейфа.

Эвакуация в случае пожара, осуществляется через главный вход в здание.

## 15.2 Экологическая безопасность

Раздел экологическая безопасность разрабатывается в соответствии с требованиями СНиП 11-01-95. При этом анализируются возможные источники вредных воздействий техногенной деятельности при разработке и реализации ВКР на различные природные среды окружающей среды.

Рассматриваемый в данном разделе вид деятельности (проектирование систем отопления и вентиляции) загрязняет окружающую среду посредством бытовых отходов (бумага, вышедшая из строя офисная техника и мебель и т. д.), а так же тепловым и ионизирующим излучением, исходящим от используемого оборудования.

Бытовые отходы следует централизованно вывозить на полигон для последующей утилизации.

### 15.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Необходимость подготовки и осуществления мероприятий по защите населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера обуславливается:

- риском для человека подвергнуться воздействию поражающих факторов стихийных бедствий, аварий, природных и техногенных катастроф;
- предоставленным законодательством правом людей на защиту жизни, здоровья и личного имущества в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

Мероприятия защиты населения являются составной частью предупредительных мер и мер по ликвидации чрезвычайных ситуаций и, следовательно, выполняются как в превентивном (предупредительном), так и оперативном порядке с учетом возможных опасностей и угроз. При этом учитываются особенности расселения людей, природно-климатические и другие местные условия, а также экономические возможности по подготовке и реализации защитных мероприятий.

Мероприятия по подготовке страны к защите населения проводятся по территориально-производственному принципу. Они осуществляются не только в связи с возможными чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера, но и в предвидении опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие их, поскольку значительная часть этих мероприятий эффективна как в мирное, так и военное время.

Меры по защите населения от чрезвычайных ситуаций осуществляются силами и средствами предприятий, учреждений, организаций, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, на территории которых возможна или сложилась чрезвычайная ситуация.

Комплекс мероприятий по защите населения включает:

- оповещение населения об опасности, его информирование о порядке действий в сложившихся чрезвычайных условиях;
- эвакуационные мероприятия;
- меры по инженерной защите населения;
- меры радиационной и химической защиты;
- медицинские мероприятия;
- подготовку населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций.

## 15.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

### 15.4.1 Характеристика условий труда инженера – проектировщика

В настоящее время компьютерная техника широко применяется во всех областях деятельности человека. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: электромагнитных полей, инфракрасного и ионизирующего излучений, шума, статического электричества и др.

Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой, высокой напряженностью зрительной работы и достаточно большой нагрузкой на мышцы рук при работе с клавиатурой ЭВМ. Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной работы проектировщика.

В процессе работы с компьютером необходимо соблюдать правильный режим труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются значительное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках.

### 15.4.2 Организация рабочего места инженера – проектировщика при работе с ПЭВМ



Специфика труда инженера – проектировщика заключается в больших зрительных нагрузках в сочетании с малой двигательной активностью, монотонностью выполняемых операций, вынужденной рабочей позой. Эти факторы отрицательно влияют на самочувствие работающего. Зрительные нагрузки связаны с воздействием на зрение дисплея. Чтобы условия труда оператора были благоприятными, снималась нагрузка на зрение, видеотерминал должен соответствовать следующим требованиям:

- экран должен иметь антибликовое покрытие;
- цвета знаков и фона должны быть согласованы между собой;
- для многоцветного отображения рекомендуется использовать одновременно 6 цветов - пурпурный, голубой, синий, зеленый, желтый, красный, а также черный и белый, так как вероятность ошибки тем меньше, чем меньше используется цветов и чем больше разница между ними, а для одноцветного отображения - черный, белый, серый, желтый, оранжевый и зеленый. Красный и голубой цвета на границе видимого спектра применять нельзя;
- необходимо тщательное регулярное обслуживание терминалов специалистами.

В санитарных правилах и нормах (СанПин 2.2.2/2.4.1340-03) даются общие требования к организации и оборудованию рабочих мест операторов ПЭВМ:

- конструкция рабочего стола обеспечивает оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. Высота рабочей поверхности стола должна регулироваться в пределах 680-800мм; при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности должна составлять 725 мм.

Рабочий стол имеет пространство для постановки ног, которое составляет: высоту не менее 600 мм, ширину не менее 500 мм, глубину –

на уровне колен, не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм.

Конструкция рабочего стула поддерживает рациональную рабочую позу при работе с ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно - плечевой области и спины для предупреждения утомления. Рабочий стул подъемно - поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула должна быть полумягкой с нескользящим, неэлектризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

Рабочее место должно быть оборудовано подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину - не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20 градусов. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведения настоящей дипломной работы, определены теплопотери всех помещений проектируемого здания ФОК. Расчет теплопотерь выполнен согласно действующих норм в соответствии с методикой ограждающих конструкций. Расчет теплопотерь пола выполнен способом профессора В.Д.Мачинского. Установлено, что теплопотери по зданию составляют 39 055 Вт из них: 38 430 Вт – потери через ограждающую конструкцию, 625 Вт – потери на нагревание инфильтрующегося воздуха.

Исходя из назначений помещений выбраны соответствующие системы отопления. Для здания ФОК предусмотрены две системы отопления. В помещении спортивного зала предусмотрено воздушное отопление. В административной части – водяная система отопления. Система отопления №1 выбрана двухтрубной, тупиковой с нижней разводкой магистралей. В качестве нагревательных приборов приняты радиаторы NOVA FLORIDA 500/100 (190 Вт). Регулирование теплоотдачи отопительных приборов осуществляется посредством изменения расхода теплоносителя с помощью терморегуляторов RA-N с автоматическим термостатическим элементом RA 2940, производства датской компании «Danfoss», установленными на подводках у приборов отопления. Гидравлическая увязка потерь давления в системах отопления в проекте решена с помощью ручных балансировочных клапанов установленных на стояках отопления, а также установкой в узле управления на ветвях систем отопления автоматических балансировочных клапанов. Для системы отопления выполнен гидравлический расчет. Потери давления в основном циркуляционном кольце составляют 5857,65 Па, невязка потерь – 2,4%. На основании найденной величины установили, что нет необходимости в установке циркуляционного насоса. Компенсация температурного удлинения труб предусмотрена за счет естественных изгибов трубопроводов.

Для обеспечения стабильной работы систем отопления и вентиляции, в подвальном помещении выполнено помещение ИТП. В ИТП осуществляется прием теплоносителя, регулирование его параметров, распределение между потребителями тепловой энергии и учет её расходования. ИТП полностью автоматизирован. В ИТП предусмотрено погодное регулирование температуры теплоносителя для поддержания оптимальных температур в помещениях спортивного комплекса.

Выполнен расчет приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением и естественной для поддержания благоприятных климатических условий на рабочих местах. Произведен аэродинамический

расчет системы вентиляции с механическим побуждением на основе архитектурно-строительной и технологической части, вычерчена аксонометрическая схема системы вентиляции. В аэродинамический расчет входят следующие задачи: определение нагрузки отдельных расчетных участков; выбор основного направления; нумерация участков основного расчетного пути; определение размеров сечения расчетных участков магистрали; определение фактической скорости; определение потерь давления на трение; определение потерь давления в местных сопротивлениях; определение потерь давления на расчетном участке; определение потерь давления в системе; увязку всех остальных участков системы, с помощью установки диафрагм, для погашения избыточного подпора. Выполнен аэродинамический расчет системы вентиляции с естественным побуждением воздуха. Произведен расчет воздухораспределителей, расчет и выбор вспомогательного оборудования: зонтов, запорных и регулирующих устройств, выбор воздушного фильтра, расчет калориферов, выбор вентилятора и электродвигателя, выбор шумоглушителя.

Выполнен подбор решений по промышленной и экологической безопасности, электробезопасности, разработаны противопожарные мероприятия, мероприятия по безопасности эксплуатации вентсистем.

Также выполнена система автоматизации систем отопления, вентиляции и теплового пункта спортивно-оздоровительного комплекса.

## CONCLUSION

In the course of this thesis , we determined the heat loss of the premises designed building FLC . Calculation of heat loss is made in accordance with existing rules , in accordance with the procedure walling. heat floor calculation was carried out by Professor V.D.Machinskogo way . It was found that the heat loss through the building up 39,055 watts of them 38 430 W - loss through the building envelope , 625 W - loss on heating infiltrating air.

Based on the premises assigned to the selected respective heating system. two heating systems are available for the building of FLC . Indoor sports hall provides air heating . The administrative part - water heating system . Heating System №1 two pipe selected , the deadlock with a lower wiring routes. As heaters, radiators NOVA FLORIDA 500/100 (190 W).

The regulation of heat radiators is carried out by changing the coolant via thermostats RA-N consumption with automatic thermostatic element of RA 2940, the production of «Danfoss» Danish company established in the liner from heating appliances. The hydronic balancing of pressure losses in heating systems in the project solved by manual balancing valves installed on heating risers, as well as the installation of the control unit on the branches of the heating systems of automatic balancing valves.

For heating system hydraulic calculation is made . The pressure loss in the main loop ring is 5857.65 Pa residual losses of - 2,4 % . Based on the detected values we found it is not necessary to install the circulation pump. Compensation temperature extension pipe is provided at the expense of the natural bends of pipelines .

To ensure stable operation of the heating and ventilation systems , carried out in the basement room of ITP . The ITP is sending coolant regulation of its parameters , the distribution of thermal energy between consumers and the account of its spending . ITP is fully automated . The ITP provides weather coolant

temperature control to maintain optimal temperatures in the premises of a sports complex .

The calculation of ventilation with mechanical drive and natural to maintain the favorable climatic conditions in the workplace . Produced by aerodynamic calculation of the ventilation system with mechanical drive based on the architectural and construction and technological part , plotted a perspective diagram of the ventilation system .

The aerodynamic calculation includes the following tasks: determining the estimated load of individual parcels; choice of main directions; the numbering of sections of the main ways of settlement; sizing section line settlement areas; determining the actual speed; determining the friction pressure loss; determination of local pressure loss resistances; determination of pressure losses on the settlement area; determining the pressure loss in the system; linking all the other parts of the system., by setting the aperture, for repayment of excess overpressure.

Made aerodynamic calculation of the ventilation system with natural air impulse . The calculation of air distributors , calculation and choice of accessories : umbrellas , shut-off and control devices , the choice of the air filter , air heaters, calculation , selection of fan and motor , the choice of muffler/

Completed the selection of industrial and environmental safety solutions , electrical , fire protection measures are designed, for safety operation of ventilation systems activities .

Also made heating systems automation , ventilation and thermal point of a sports complex .

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Справочник Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Под ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. – М.; Энергоатомиздат 1983 г.
- 2 Щёкин Р.В, Корневский С.М. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Часть I. Отопление. - Киев, 1968 г
- 3 Ю.Д. Сибикин. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Учебное пособие. – М. 2004 г
- 4 Сканава А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учебник для вузов.-М.: Издательство АСВ, 2006.-576 с.
- 5 Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. Москва, 2001 г
- 6 Справочник проектировщика. Под ред. И.Г. Староверова. Часть I. Отопление. М.: Стройиздат, 1968 г.
- 7 Справочник проектировщика.Под ред. И.Г. Староверова. Часть II. Вентиляция и кондиционирование воздуха. М.: Стройиздат, 1968 г
- 8 Каменев П. Н. Отопление и вентиляция. Часть I. Отопление. Москва, 1965 г
- 9 Голубков Б.Н., Романова Т.М. Проектирование и эксплуатация установок кондиционирования воздуха и отопления. Москва, 1988 г.
- 10 СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика
- 11 В.А. Кострюков. Отопление и вентиляция
- 12 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Жилые здания со встроенно пристроенными помещениями общего назначения и стоянки автомобилей. Коттеджи: Справочное пособие. – М.: Пантори, 2003, 308 с.
- 13 Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе. Справ. изд. – М.: Химия, 1991. – 368с.
- 14 Рысин С.А. Вентиляционные установки машиностроительных заводов. Машгиз, 1964.
- 15 Эльтерман В.М. Воздушные завесы. – М.: Машгиз, 1964.
- 16 Наладка и проектирование систем промышленной вентиляции и кондиционирование воздуха. Минстрой РСФСР. Главсантехмонтаж. Проектно-конструкторская контора, 1963.
- 17 СНиП 2.04.05-91\*. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
- 18 Пособие 1.91 к СНиП 2.04.05-91. Расчет и распределение приточного воздуха
- 19 Пособие 11.9 к СНиП 2.04.05-91 Расчётные параметры наружного воздуха для типовых проектов
- 20 Пособие 3.91 к СНиП 2.04.05-91Вентиляторныеустановки